

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ
СПРАВИ

«Допущено до захисту»
протокол засідання кафедри
№ _____ від «30 _____» січня 2026 року
Зав. кафедрою ХТГРС
д.т.н, професор _____ Олеся ПРИСС

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СВО «Магістр»
за освітньо-професійною програмою «Індустрія здорового харчування»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему: **Розроблення технології мармеладу з використанням обліпихово-айвового пюре**

23ХТД. 3911782.02.26

Виконав: <u>студент</u>	<u>21 Мб ХТ групи</u>	(підпис)	Владислав ПОЙМАНОВ (прізвище та ініціали)
Керівник:	<u>д.с.-г.н. професор</u> (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Олена ДАНЧЕНКО (прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	<u>к.т.н., доцент</u> (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Михайло ЗОРЯ (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>к.-с.г.н., доцент</u> (науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	Людмила КЮРЧЕВА (прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології

Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи
(назва кафедри)

Ступінь вищої освіти Магістр

Галузь знань 18 «Виробництво та технології»
(шифр і назва)

Спеціальність 181 «Харчові технології»
(шифр і назва)

Освітня програма «Індустрія здорового харчування»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ХТГРС
д.т.н., професор Олеся Прісс
(підпис)(ініціали та прізвище)

« _____ » вересня 2025_р

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

СТУДЕНТУ Пойманову Владиславу Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технології мармеладу з використанням обліпихово-айвового пюре

керівник роботи д.с.-г.н, Данченко Олена Олександрівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « _____ » вересня 202_р. № _____

2. Строк подання студентом роботи « _____ » _____ 202_р.

3. Вихідні дані до роботи рецептури мармеладу на рослинній основі, класична технологія виробництва мармеладу

4. Перелік питань, які потрібно розробити вступ, аналітичний огляд літератури; об'єкти, методика та умови проведення досліджень; результати досліджень та їх узагальнення, технологічна частина, SWOT-аналіз впровадження розробленої технології, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновки, список літературних джерел

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Вступ	вересень	
Аналітичний огляд літератури	жовтень	
Об'єкти, методика та умови проведення досліджень	жовтень	
Результати досліджень та їх узагальнення	листопад	
Технологічна частина	листопад	
SWOT-аналіз впровадження нової технології	грудень	
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	грудень	
Висновки	січень	
Список використаної літератури	січень	

Студент

(підпис)

Пойманов В.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Данченко О.О.

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Пойманов В.В. Розроблення технології мармеладу з використанням обліпихово-айвового пюре. – Кваліфікаційна робота Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на 87 сторінках, містить 6 розділів, 14 таблиць, 5 рисунків, 67 літературних джерел.

Кваліфікаційну роботу присвячено розробленню технології мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре. Розроблено 12 варіантів рецептур із різним співвідношенням плодових компонентів та типами підсолоджувальних систем. Установлено вплив рецептурного складу на фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні показники, енергетичну цінність і глікемічний індекс мармеладу. Показано можливість зниження вмісту цукрів, енергетичної цінності (206...211 ккал/100 г) та глікемічного індексу до 34...42 без порушення гелеутворення та споживчих властивостей продукту. Обґрунтовано доцільність використання комбінованої плодової основи та альтернативних підсолоджувальних систем для створення функціонального мармеладу зі зниженим глікемічним навантаженням. Проведений SWOT-аналіз підтвердив технологічну керованість, адаптованість до промислових умов і перспективність впровадження розробленої технології. У роботі також враховано вимоги охорони праці, пожежної безпеки та цивільного захисту в умовах воєнного стану в Україні.

Ключові слова: мармелад, обліпиха, айва, пектин, еритритол, стевія, інулін.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	12
1.1 Стан та тенденції розвитку ринку мармеладних виробів.....	12
1.2 Плодова сировина як чинник формування структури та смаку мармеладу	15
1.3 Технологічні чинники формування гелевої структури мармеладу.....	18
1.4 Технологічні аспекти зменшення цукрів у желейних кондитерських виробах.....	22
Висновки до розділу 1.....	25
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	26
2.1 Програма досліджень та схема дослідів.....	26
2.2 Об’єкти та матеріали досліджень	29
2.3 Методика проведення досліджень.....	34
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ.....	38
3.1 Характеристика фізико-хімічних показників мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре.....	38
3.2 Структурно-механічні властивості мармеладу на основі обліпихово- айвового пюре.....	41
3.3 Дослідження органолептичних властивостей мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре.....	43
3.4 Визначення енергетичної цінності мармеладу на основі обліпихово- айвового пюре.....	46
3.5 Визначення енергетичної цінності мармеладу на основі обліпихово- айвового пюре.....	47
Висновки до розділу 3.....	50
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	52
4.1 Класична технологія виробництва мармеладу на фруктовій основі.....	52

4.2 Розроблена технологія виробництва мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре.....	53
Висновок до розділу 4.....	56
РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МАРМЕЛАДУ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЛІПИХОВО-АЙВОВОГО ПЮРЕ.....	58
Висновок до розділу 5.....	63
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	65
6.1 Нормативно-правова база з охорони праці при виробництві мармеладу....	65
6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень...	67
6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	68
6.4 Заходи, щодо оптимізації умов праці.....	70
6.5 Засоби індивідуального захисту.....	72
6.6 Пожежна безпека та заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях.....	73
Висновки до розділу 6.....	76
Висновки	77
Список використаної літератури.....	80

ВСТУП

У сучасних умовах розвиток харчових технологій тісно пов'язаний зі зміною підходів до харчування, які орієнтовані не лише на забезпечення енергетичних потреб людини, а й на підтримання здоров'я та профілактику хронічних неінфекційних захворювань. У наукових дослідженнях останніх років зростає увага до концепцій функціонального та раціонального харчування, що передбачають підвищення частки продуктів рослинного походження, збагачених біологічно активними речовинами природного походження, а також зниження споживання доданих цукрів у щоденному раціоні [1].

Важливе місце у цих концепціях займають продукти на основі плодово-ягідної сировини, які відповідають принципам чистого маркування (clean label), мінімальної технологічної обробки та збереження природного хімічного складу. Особливого значення набуває використання локальної плодової сировини, яка дозволяє поєднати високу біологічну цінність із екологічною та економічною доцільністю виробництва [2].

Кондитерські вироби традиційно характеризуються високим вмістом цукрів і обмеженою харчовою цінністю, проте в сучасних умовах вони розглядаються як перспективний об'єкт для технологічних удосконалень. Мармелад як желейний кондитерський виріб має низку переваг, зокрема відносно простий склад, відсутність жирової фази, можливість регулювання вмісту цукрів і використання природних желювальних агентів. Завдяки желейній структурі мармелад є технологічно зручною системою для введення плодово-ягідних пюре та інших рослинних компонентів, що дозволяє підвищити біологічну цінність готового продукту без суттєвого погіршення його текстурних і сенсорних характеристик [3].

У межах концепцій функціонального та збалансованого харчування мармелад може розглядатися як альтернатива традиційним солодошам, здатна поєднувати привабливі смакові властивості з підвищеним вмістом фізіологічно цінних компонентів. Особливий інтерес становить використання плодово-ягідної

сировини з високим антиоксидантним потенціалом і вмістом харчових волокон, які позитивно впливають на процеси травлення та загальний стан організму [4].

Обліпіха (*Hippophae rhamnoides* L.) та айва (*Cydonia oblonga* Mill.) є перспективними видами сировини для розроблення мармеладу з підвищеною харчовою цінністю. Обліпіха відзначається високим вмістом вітаміну С, каротиноїдів і фенольних сполук, що зумовлює її значний антиоксидантний потенціал [5]. Айва, у свою чергу, є природним джерелом пектинових речовин і ароматичних компонентів, важливих для формування желейної структури та смако-ароматичного профілю мармеладу [6].

Поєднання обліпіхового та айвового пюре дозволяє отримати продукт із гармонійними органолептичними властивостями та стабільними фізико-хімічними показниками, а також знизити потребу у використанні додаткових структуроутворювачів і регуляторів кислотності.

Таким чином, розроблення технології мармеладу з використанням обліпіхово-айвового пюре є актуальним завданням, що спрямоване на створення кондитерського виробу з підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано в рамках науково-дослідної програми «Розроблення інноваційних технологій харчової та кулінарної продукції» (ДР № 0121U110200).

Мета і задачі досліджень. Метою роботи було розроблення технології виробництва мармеладу з використанням обліпіхово-айвового пюре з покращеними структурно-механічними, органолептичними та функціональними властивостями.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено вирішення таких задач:

- на основі огляду сучасної літератури обґрунтувати доцільність комбінування обліпіхи та айви у рецептурі мармеладу;
- розробити варіанти рецептур мармеладу з різним співвідношенням обліпіхово-айвового пюре;

- оцінити вплив рецептурних і технологічних чинників на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники готового продукту;
- розрахувати енергетичну цінність та глікемічний індекс зразків мармеладу, виготовлених за дослідними рецептурами;
- на основі отриманих результатів розробити технологію мармеладу з використанням обліпихово-айвового пюре⁴
- провести SWOT-аналіз впровадження розробленої технології виробництва мармеладу;
- проаналізувати заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при виробництві мармеладу.

Об'єкт дослідження: технологічний процес виробництва мармеладу з використанням плодової сировини.

Предмет дослідження: закономірності формування якості та споживчих властивостей мармеладу залежно від складу обліпихово-айвового пюре, виду та концентрації желювальних агентів і параметрів технологічного процесу.

Наукова новизна роботи полягає у науковому обґрунтуванні та експериментальному підтвердженні доцільності використання комбінованої плодової основи з обліпихового та айвового пюре в технології мармеладу функціонального призначення. Системно встановлено вплив співвідношення обліпихи й айви у складі плодової основи та типу підсолоджувальної системи (сахароза, інулін, еритритол, стевія та їх комбінації) на перебіг гелеутворення високометоксильного пектину, формування структурно-механічних, фізико-хімічних та органолептичних властивостей мармеладу.

Практичне значення роботи полягає у розробленні та апробації рецептур і удосконаленої технологічної схеми виробництва мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре, адаптованої до умов промислового впровадження на підприємствах кондитерської галузі. Запропоновані рецептурно-технологічні рішення дозволяють варіювати тип підсолоджувальної системи та формувати продукт із заданими споживчими характеристиками, що створює передумови для розширення асортименту мармеладної продукції функціонального призначення. Отримані

результати можуть бути використані при розробленні технологічних інструкцій, рецептурних карт і нормативної документації, а також у навчальному процесі закладів вищої освіти під час підготовки фахівців за спеціальністю «Харчові технології».

Методи дослідження: при виконанні роботи застосовано комплекс теоретичних і емпіричних методів дослідження, що забезпечили наукову обґрунтованість, відтворюваність і достовірність отриманих результатів. На теоретичному етапі використано методи системного та порівняльного аналізу, критичної інтерпретації наукових джерел, індукції та дедукції, узагальнення, класифікації та абстрагування, що дозволило сформулювати цілісне уявлення про сучасний стан технологій виробництва фруктових-желейних кондитерських виробів, особливості гелеутворення пектинових систем і напрями зниження енергетичної цінності та глікемічного індексу продукції. Зазначені методи застосовувалися під час підготовки огляду літератури, обґрунтування вибору плодової сировини та підсолоджувальних систем, а також при формуванні концепції розробленої технології мармеладу. У практичній частині роботи використовувалися емпіричні методи дослідження, зокрема спостереження, порівняння, вимірювання та лабораторний експеримент. Метод спостереження застосовували для фіксації перебігу технологічного процесу, характеру гелеутворення та змін консистенції мармеладної маси залежно від складу рецептури. Метод порівняння дозволив встановити відмінності між контрольними та дослідними зразками мармеладу за фізико-хімічними, структурно-механічними та органолептичними показниками. Лабораторний експеримент як комплексний метод передбачав варіювання співвідношення обліпихового й айвового пюре, типу підсолоджувальної системи та режимів уварювання з метою визначення раціональних рецептурно-технологічних параметрів. Для оцінювання якості мармеладу застосовували стандартизовані методи визначення масової частки сухих речовин, вологості, активної та титрованої кислотності, вмісту редуруючих і загальних цукрів, активності води, а також інструментальні методи визначення структурно-механічних властивостей (міцності гелю, деформації при стисканні,

еластичності та клейкості). Органолептичну оцінку проводили дегустаційним методом за бальною шкалою. Енергетичну цінність і глікемічний індекс мармеладу визначали розрахунковими методами на основі хімічного складу рецептур. Для обробки та інтерпретації експериментальних даних використовували методи математичної статистики.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Стан та тенденції розвитку ринку мармеладних виробів

Мармелад належить до групи желейних кондитерських виробів, технологічна основа яких полягає у формуванні тривимірної гелевої сітки за участю гідроколоїдів у присутності води, цукрів та органічних кислот. На відміну від жиромісних і борошняних кондитерських виробів, мармелад характеризується відсутністю жирової фази та домінуванням водорозчинних компонентів, що визначає специфіку його структурно-механічних властивостей, сенсорного профілю та фізико-хімічних параметрів. У технологічному сенсі мармелад є багатокомпонентною дисперсною системою, де гідроколоїдний гель виконує функцію структуроутворювача, а цукрова фаза – не лише роль підсолоджувача, але й пластифікатора, водозв'язувального компонента та фактора зниження активності води, що прямо пов'язано зі стабільністю під час зберігання та мікробіологічною безпечністю [7].

Класифікація мармеладу в сучасній технологічній літературі ґрунтується на кількох ознаках:

- за видом структуроутворювального агента: пектиновий, агарний, желатиновий тощо;
- за рецептурною основою: фруктово-ягідний (на основі пюре); желейно-фруктовий (із частковим використанням пюре або концентратів); на водно-цукровій основі з ароматичними компонентами)
- за способом формування: формовий, відливний, різаний, пластовий;
- за функціональним призначенням (традиційний; збагачений; дієтичний, низькоцукровий; функціональний).

У межах підходу clean label та “натуральних” продуктів найбільш технологічно релевантним є фруктово-ягідний мармелад на пектиновій основі,

оскільки пектин є природним компонентом плодів і дозволяє формувати зрозумілий для споживача склад із мінімальною кількістю добавок [8].

Наукова й ринкова актуальність мармеладу в сучасних умовах визначається не лише його традиційною належністю до групи цукрових кондитерських виробів, а передусім трансформацією споживчих очікувань у напрямі підвищення функціональної цінності, керованого споживання цукрів і розвитку формату так званих «здорових» снєків. У глобальному масштабі сегмент *jellies & gummies* характеризується стабільною позитивною динамікою: за даними аналітичних оглядів, обсяг світового ринку у 2025 році оцінюється приблизно у 30,4 млрд дол. США з прогнозованим зростанням до 42,22 млрд дол. США до 2030 року, що відповідає середньорічним темпам зростання на рівні близько 6,8 %. Основними чинниками такого зростання вважають зміщення споживчого попиту від продуктів виключно задовільного споживання до виробів із позиціюванням, орієнтованим на здоров'я, зокрема функціональних і рослинних варіантів [9].

Паралельно у прогнозах розвитку підсегмента желейних цукерок і жувальних желейних виробів (*jelly candies/gummies*) на 2024-2029 роки відзначається подальше розширення ринку як у натуральному, так і у вартісному вираженні, а також посилення ролі інновацій у рецептурах [7]. До основних напрямів таких інновацій належать модифікація текстурних характеристик, використання різних гідроколоїдів, зниження вмісту цукру та формування так званих профілів «краще для здоров'я». У цьому контексті мармеладні вироби розглядаються як технологічно зручна платформа для реалізації сучасних концепцій харчування – функціонального, превентивного та персоналізованого. Це зумовлено можливістю введення значної частки плодово-ягідної сировини у вигляді пюре або концентратів, гнучкого регулювання вуглеводної складової та керування структурними властивостями продукту через контроль системи «пектин → цукор → кислотність → вміст сухих речовин» [9].

Окремий напрям сучасних тенденцій у розвитку мармеладних виробів пов'язаний зі зниженням вмісту доданих цукрів. Рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) щодо обмеження споживання вільних цукрів

стали важливою передумовою технологічного переосмислення кондитерських продуктів. Для желейних систем це означає необхідність одночасного збереження привабливих сенсорних властивостей і забезпечення структурної стабільності гелю та безпечності продукту, зокрема за рахунок контролю активності води [10]. У цьому контексті сучасний розвиток технології мармеладних виробів слід розглядати не як просте зменшення солодкості, а як науково обґрунтовану оптимізацію рецептури, у межах якої редукція цукру узгоджується з процесами структуроутворення пектинової мережі, водозв'язуванням і стійкістю продукту під час зберігання.

Для України аналіз ринкових тенденцій має додатковий контекст. З одного боку, зберігається виробнича база та конкурентоспроможність у сегменті кондитерських виробів, з іншого – ринок зазнав суттєвих змін під впливом воєнних чинників, порушень логістики, енергетичних ризиків і міграції робочої сили. За узагальненими даними наукових публікацій, у 2022 році сукупне споживання кондитерських виробів в Україні скоротилося приблизно на 10,3 % і становило близько 566,1 тис. т, що свідчить про зниження внутрішнього попиту в умовах кризових трансформацій [10].

У зовнішній торгівлі сегмент продуктів типу фруктових желе та мармеладів також відображає динамічні зміни ринку. За даними міжнародних торговельних баз, експорт України за товарною позицією «інші джеми, фруктові желе та мармелади» у 2024 році становив близько 17,9 млн дол. США за фізичного обсягу близько 3,1 млн кг, а основними напрямками збуту були Польща, Чехія, Канада, США та Австралія [11]. Додатково аналітичні огляди українського ринку фіксують скорочення імпорتنих потоків у сегменті цукрових кондитерських виробів: зокрема, для категорії «мармелад і желе» у 2022 році відзначалося зменшення імпорту приблизно на 22,8 %, що пов'язують передусім із воєнними та логістичними обмеженнями [11, 12].

Вимоги до якості мармеладу доцільно розглядати як багатокритеріальну систему, що охоплює фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники. До основних фізико-хімічних параметрів належать масова частка сухих

речовин, вологість і активна кислотність (рН), які визначають інтенсивність гелеутворення та стабільність продукту в часі. Структурно-механічні характеристики, зокрема міцність, пружність, деформаційна поведінка та адгезивність, відображають стан гелевої мережі й її чутливість до співвідношення гідроколоїда і цукрової фази, а також до режимів уварювання та охолодження; практично значущим проявом порушення структури є синерезис. Органолептичні вимоги включають гармонійність смако-ароматичного профілю, однорідність текстури, прозорість або рівномірність забарвлення та стабільність форми [13].

З погляду безпечності мармелад традиційно відносять до продуктів із відносно низьким мікробіологічним ризиком, що зумовлено поєднанням підвищеного вмісту сухих речовин і кислої реакції середовища. Водночас сучасна тенденція до зниження вмісту цукру та збільшення частки плодово-ягідного пюре зменшує так званий «запас стабільності» системи. У таких рецептурах істотно зростає роль контролю водозв'язуванням, активності води та стабільності пектинової мережі, оскільки навіть за прийнятної значення рН підвищення частки вільної вологи може призводити до погіршення текстури і скорочення строків придатності [14].

1.2 Плодова сировина як чинник формування структури та смаку мармеладу

Використання фруктової сировини у технології желейних кондитерських виробів розглядається як один із найбільш обґрунтованих шляхів одночасного підвищення харчової цінності та формування природного смако-ароматичного профілю продукту. У сучасних підходах до розроблення желейних виробів із підвищеною харчовою цінністю мармелад трактують як керовану багатокомпонентну систему, в якій формування структури, стабільність під час зберігання та сенсорні властивості визначаються взаємодією гідроколоїдної сітки з водно-цукровою фазою, кислотністю, складом пюре та активністю води. Саме тому вибір та комбінування рослинної основи не може бути суто смаковим рішенням:

воно має враховувати полісахаридний профіль сировини, кислотність, вміст фенольних сполук, пігментів і термолабільних нутрієнтів, які впливають на гелеутворення, синерезис, колір та стійкість якості [15].

Обліпіха (*Hippophae rhamnoides L.*) належить до фруктової сировини з високою біологічною цінністю. Хімічний склад плодів обліпіхи характеризується значною мінливістю залежно від сорту, ґрунтово-кліматичних умов і ступеня стиглості, проте для цієї сировини є типовими підвищений вміст антиоксидантних сполук, зокрема фенольних компонентів і флавоноїдів, а також каротиноїдів і органічних кислот. Саме ці компоненти зумовлюють інтенсивне забарвлення плодів і формують характерний кислий смак обліпіхи [16 – 18].

Висока природна кислотність обліпіхового пюре є важливим чинником у технології мармеладу, оскільки за контрольованого регулювання рН вона може сприяти формуванню стабільної пектинової гелевої структури. Водночас значний вміст пігментів і фенольних сполук підвищує антиоксидантний потенціал готового продукту, але здатний впливати на сенсорні властивості, зокрема на вираженість терпкості або гірчинки та на стабільність забарвлення під час теплової обробки й зберігання [19].

Важливою особливістю обліпіхи є також наявність термолабільних нутрієнтів, насамперед аскорбінової кислоти, збереження яких потребує раціонального підходу до вибору режимів уварювання та тривалості теплового впливу. У цьому зв'язку використання обліпіхи у складі мармеладу вимагає збалансованого поєднання технологічних параметрів, спрямованих на забезпечення структурної стабільності продукту та максимальне збереження його біологічної цінності [20, 21].

Айва (*Cydonia oblonga Mill.*) навпаки, є сировиною, що поєднує високий технологічний потенціал зі сприятливим впливом на формування смако-ароматичного профілю продуктів переробки. Плоди айви характеризуються значним вмістом харчових волокон, пектинових речовин і фенольних сполук, а також наявністю комплексу летких ароматичних компонентів, які зумовлюють її

цінність для використання у виробництві джемів, желе та споріднених виробів [22 – 25].

Для технології мармеладу особливо важливими є пектинові речовини айви, які формують так званий природний структурний потенціал плодового пюре. Завдяки цьому айвово пюре характеризується підвищеною в'язкістю та здатністю стабілізувати гелеву структуру, що за умови раціонального підбору параметрів системи може зменшувати потребу у високих дозах додаткового гелеутворювача. Водночас загально відомо, що вміст пектину в айві істотно варіює залежно від сорту, ступеня стиглості та умов вирощування, що необхідно враховувати під час стандартизації плодового пюре для желейних виробів [26, 27].

Окремої уваги заслуговує сенсорний внесок айви у складі мармеладу. Поєднання помірної кислотності, характерного терпкого смаку та вираженого ароматичного профілю дозволяє використовувати айву як компонент, що не лише підвищує структурну стабільність продукту, а й сприяє формуванню збалансованих органолептичних властивостей. У зв'язку з цим айва в ряді досліджень розглядається як перспективна сировина для створення м'яких желейних і функціонально орієнтованих кондитерських виробів [28 – 30].

Комбінування фруктової сировини у складі желейних виробів розглядається як ефективний інструмент керування як технологічними, так і сенсорними характеристиками продукту, а також як спосіб підвищення його нутрієнтної щільності без радикальної зміни формату споживання. Оглядові та експериментальні роботи, присвячені створенню функціонально орієнтованих желейних виробів, свідчать, що введення фруктових пюре, концентратів або рослинних компонентів, багатих на харчові волокна, потребує цілеспрямованої оптимізації рецептури. Визначальними у цьому контексті є вибір типу гелеутворювача, рівень сухих речовин, кислотність та склад вуглеводної системи, оскільки саме ці параметри формують реологічні властивості маси, механічні характеристики гелю та його стабільність під час зберігання [31].

Зокрема, показано, що варіювання частки фруктових концентратів або пюре у рецептурі істотно впливає на активну кислотність, активність води, колір і

текстурні показники готових виробів, що підтверджує критичну роль підбору співвідношення компонентів у плодово-желейних системах [32]. Для ліній желейних виробів зі зниженим вмістом цукру або орієнтованих на рослинні інгредієнти додатково підкреслюється значення пектинових систем, а також використання фруктових пюре та соків як засобу формування смако-ароматичного профілю та структури за умов обмеженої частки сахарози [33].

У випадку поєднання обліпихи та айви реалізується технологічно обґрунтована синергія їхніх властивостей. Обліпиха забезпечує високу біологічну цінність продукту, інтенсивне природне забарвлення та виражений кислотний профіль, тоді як айва компенсує потенційні сенсорні обмеження, пов'язані з надмірною кислотністю або терпкістю, і водночас виконує функцію природного структуроутворювача та смокового агенту завдяки вмісту пектинових речовин і ароматичних сполук [34, 35].

З науково-технологічної точки зору ключовим керованим параметром у такій системі є співвідношення обліпихово-айвового пюре, оскільки саме воно одночасно визначає кислотність середовища, частку природного пектину та профіль біоактивних компонентів. Зміна цього співвідношення безпосередньо впливає на формування пектинової мережі, міцність і еластичність гелю, ризик виникнення синерезису, а також на загальну органолептичну оцінку готового продукту. У зв'язку з цим сучасний науково-технологічний підхід до розроблення мармеладу на основі комбінованих плодово-ягідних пюре передбачає не інтуїтивне змішування сировини, а постановку експерименту з визначенням раціональної області співвідношень компонентів, у межах якої досягається баланс між структурною стабільністю, сенсорною гармонійністю та функціональною цінністю.

1.3 Технологічні чинники формування гелевої структури мармеладу

Желейні кондитерські вироби є харчовими системами з просторово організованою структурою, у яких текстура формується внаслідок желювання

рідкої фази під дією гелеутворювальних речовин. Структурування визначається природою гідролоїда, параметрами середовища, концентрацією розчинених речовин та режимами теплової обробки й охолодження. У наукових оглядах підкреслюється, що “якість мармеладу” слід трактувати як результат керованого балансу між щільністю, здатністю системи зв’язувати воду і стійкістю до синерезису, при цьому механізми гелеутворення в полісахаридних і білкових гелях принципово різні [36].

Пектин є основним желювальним агентом у технології фруктового мармеладу, оскільки належить до природних полісахаридів клітинних стінок рослин і відповідає вимогам продуктів із простим та зрозумілим складом. Характер гелеутворення пектину визначається передусім ступенем його естерифікації. Високоестерифікований пектин (NH, ступінь естерифікації понад 50 %) формує гелі в умовах підвищеної кислотності та високого вмісту розчинених сухих речовин, за яких зменшення іонізації карбоксильних груп і часткове зв’язування води сприяють зближенню макромолекул і утворенню просторово впорядкованої структури за рахунок водневих та гідрофобних взаємодій. У сучасних дослідженнях для NH-пектину як типові умови гелеутворення наводять значення рН у межах приблизно 2,5...3,5 та масову частку сухих речовин на рівні 55...75 %, що загалом відповідає класичним технологічним параметрам виробництва мармеладу [37].

Низькоестерифікований пектин (LM), на відміну від NH-пектину, здатний формувати гелеву структуру за нижчого вмісту цукру завдяки іонному зв’язуванню макромолекул двовалентними катіонами, переважно іонами кальцію. Такий механізм відкриває технологічні можливості для створення желейних виробів зі зменшеною часткою цукру, водночас потребуючи більш точного контролю вмісту кальцію, іонної сили середовища та кінетики формування структури [38].

Агар належать до групи водоростевих гідролоїдів і широко застосовуються у харчових системах завдяки здатності формувати міцні термореверсивні гелі. Їхній гелеутворювальний потенціал зумовлений передусім агарозною фракцією, яка характеризується високою здатністю до просторової організації. На

молекулярному рівні гелеутворення агарозних систем відбувається у дві послідовні стадії: під час охолодження розчинені полісахаридні ланцюги асоціюють у подвійні спіралі, після чого ці спіралі агрегують з формуванням тривимірної структурованої мережі, що утримує воду [39].

У технології мармеладу це зазвичай проявляється утворенням гелів із підвищеною жорсткістю та схильністю до ламкої текстури порівняно з пектиновими системами. Властивості агарних гелів значною мірою залежать від режимів охолодження, оскільки швидкість і умови формування подвійних спіралей та їх агрегації визначають кінцеві структурно-механічні характеристики виробу. Вплив також мають розчинені речовини, які змінюють гідратацію полісахаридних ланцюгів і реологічну поведінку системи. У сучасних оглядах, присвячених використанню водоростевих гідроколоїдів у харчовій промисловості, підкреслюється, що стабільність і сенсорні властивості продуктів зумовлюються не лише кількістю гідроколоїда, а й характером сформованої просторової структури [40].

Желатин, на відміну від полісахаридних гелеутворювачів, є білковим гідроколоїдом і формує термореверсивні гелі за іншим механізмом. Процес гелеутворення пов'язаний із частковим відновленням впорядкованих ділянок, структурно споріднених до колагенової триплетної спіралі, та подальшим утворенням фізичних вузлів структури. Властивості желатинових гелів істотно залежать від походження сировини, умов її попередньої обробки, температурних режимів і взаємодії з розчиненими компонентами. У наукових оглядах зазначається, що механізм структурування желатинових систем відрізняється від полісахаридних не лише типом структурних вузлів, а й підвищеною чутливістю до циклів нагрівання та охолодження [41]. У технології мармеладу желатин може використовуватися як желювальний агент, однак у рецептурах із високою часткою фруктової сировини його застосування часто обмежується впливом кислого середовища, вимогами до стабільності текстури за підвищених температур, а також аспектами споживчого позиціонування, зокрема у разі орієнтації на вегетаріанські або веганські продукти.

Важливою особливістю мармеладних систем є те, що активна кислотність, вміст сухих речовин і концентрація цукрів виступають системоутворювальними чинниками. У мармеладах на основі високоетерифікованого пектину зниження рН у межах технологічно допустимого інтервалу зменшує дисоціацію карбоксильних груп і полегшує зближення полісахаридних ланцюгів. Підвищений вміст сахарози або інших цукрів, у свою чергу, знижує активність води та обмежує гідrataцію полімеру, зміщуючи систему у бік формування стабільної гелевої структури. У наукових джерелах наголошується, що ефективне гелеутворення NH-пектину забезпечується поєднанням кислого середовища та високої частки сухих речовин [40].

Для низькоетерифікованого пектину роль цукрів має інший характер. Вони не ініціюють процес гелеутворення, проте впливають на щільність структури, твердість гелю та його мікроструктуру, тоді як визначальним механізмом формування просторової організації залишається іонне зшивання макромолекул за участю іонів кальцію [42].

Отже, порівняння желювальних агентів у технології мармеладу доцільно здійснювати з урахуванням відмінностей механізмів структуроутворення та їхніх наслідків для текстури й стабільності продукту. Високоетерифікований пектин найбільшою мірою відповідає фруктовій природі мармеладу, забезпечуючи еластичну, характерну для цього виробу текстуру за умов високого вмісту сухих речовин і кислого середовища.

Агар формує міцні, термостійкі гелі зі специфічною, часто більш ламкою структурою, що є доцільним для желейних виробів іншого типу, але не завжди дозволяє відтворити класичні властивості мармеладу. Желатин забезпечує м'яку, термореверсивну структуру з іншим сенсорним профілем і власними технологічними обмеженнями [37].

У підсумку вибір желювального агента для мармеладу слід розглядати як вибір механізму структуроутворення, а не лише як підбір окремого інгредієнта.

1.4 Технологічні аспекти зменшення цукрів у желейних кондитерських виробках

Зниження вмісту цукрів у мармеладних виробках у сучасних наукових дослідженнях розглядається як комплексне технологічне завдання, що не зводиться лише до зменшення солодкості готового продукту. У пектинових та інших гідроколоїдних желейних системах сахароза виконує низку важливих функцій: формує осмотичний тиск, знижує активність води, впливає на кінетику та механізм гелеутворення через зміну гідратації полімерних ланцюгів і посилення міжмолекулярних взаємодій, сприяє стабілізації текстури під час зберігання та частково обмежує мікробіологічні ризики. Тому редукція цукру неминуче позначається на реологічних властивостях мармеладної маси, щільності сформованої структури, схильності до синерезису та строках зберігання, що зумовлює потребу системного рецептурно-технологічного підходу, у якому поєднуються регулювання солодкості, вологозв'язування, наповнення сухими речовинами та керування структуроутворенням [43].

Узагальнення літературних даних дозволяє виокремити три основні технологічні напрями зниження вмісту цукрів у мармеладних виробках. Перший напрям передбачає часткову заміну сахарози та глюкозного сиропу поліолами й олігосахаридами, що дає змогу зменшити енергетичну цінність і глікемічне навантаження продукту, зберігаючи водночас необхідний рівень сухих речовин для формування керованої гелевої структури. Другий напрям ґрунтується на поєднанні високоінтенсивних підсолоджувачів із баластними носіями, такими як інουλін, полідекстроза або мальтодекстрин, які відновлюють масову частку сухих речовин і вологозв'язувальну здатність рецептури. Третій напрям пов'язаний із використанням альтернативних механізмів гелеутворення, зокрема застосуванням низькоестерифікованого пектину та іонотропних підходів, за яких формування структури менш залежить від високої концентрації цукрів [44].

Найбільш обґрунтованою для мармеладних систем вважається стратегія комбінованого заміщення частини цукру поліолами та пребіотичними

олігосахаридами або харчовими волокнами. Так, експериментальні дослідження пектинових желейних виробів показують, що введення фруктоолігосахаридів і ксиліту замість частини сахарози та глюкози змінює ключові показники стабільності, зокрема активність води, вологість, схильність до синерезису та механічні характеристики гелю [45]. При цьому зростання частки таких компонентів часто супроводжується зниженням активності води і модифікацією текстурних властивостей, що підтверджує необхідність пошуку оптимальних рівнів заміщення. Аналогічні висновки наведено й у роботах, присвячених використанню поліолів та волокнистих замінників у желейних виробках, де підкреслюється, що прийнятні структурно-механічні та сенсорні властивості досягаються лише за умов рецептурного компромісу між міцністю гелю, вологоутриманням і споживчою привабливістю [46].

З фізико-хімічної точки зору заміна сахарози поліолами не є нейтральною, оскільки різні поліоли відрізняються кількістю гідроксильних груп, здатністю до формування водневих зв'язків і впливом на гідратацію полімерної структури. У наукових публікаціях показано, що ксиліт, сорбіт і еритритол по-різному взаємодіють із гелевими системами, зумовлюючи відмінності у реологічній поведінці та механічних властивостях харчових гелів. Для пектинових мармеладів це має прикладне значення, оскільки поліоли можуть одночасно знижувати активність води та змінювати щільність структури, що проявляється у варіаціях жорсткості й пружності, а інколи – у формуванні надто ламкої або, навпаки, надмірно м'якої текстури [47].

Окремий підхід до редукції цукрів пов'язаний із використанням баластних структуроутворювальних компонентів у поєднанні з високоінтенсивними підсолоджувачами. Така стратегія є технологічно доцільною, оскільки в низькоцукрових рецептурах саме дефіцит сухих речовин і недостатнє вологозв'язування найчастіше призводять до нестабільності структури. У сучасних дослідженнях показано, що поєднання низькоетерифікованого пектину з агаром, фруктовими соками або пюре, інуліном, мальтодекстрином і стевією дозволяє одночасно регулювати солодкість, текстуру та стабільність желейних виробів під

час зберігання. Узагальнені огляди інновацій у галузі функціональних желейних виробів підкреслюють, що рецептури зі зниженим вмістом цукру майже завжди потребують або модифікації гелеутворювальної системи, або введення додаткових носіїв, оскільки класичні пектинові системи, особливо на основі високоетерифікованого пектину, потребують певного рівня “цукрової підтримки” для формування стабільної текстури [48].

Найбільш перспективним напрямом у контексті редукції цукрів вважається перехід від логіки гелеутворення, характерної для високоетерифікованого пектину, до систем на основі низькоетерифікованого пектину з іонним зшиванням за участю кальцію. Дослідження останніх років свідчать, що властивості таких гелів залежать не лише від кальцієвого зшивання, а й від присутності замінників цукрів, які впливають на водоутримувальну здатність і механічні характеристики структури. У практичному вимірі це означає, що повна відмова від цукру не завжди є оптимальною, тоді як кероване зменшення його частки з одночасною заміною поліолами або волокнами та корекцією кальцієвого режиму, рН і вмісту сухих речовин забезпечує більш прогнозовані результати [49, 50].

З погляду якості та безпечності ключовим параметром низькоцукрових мармеладів залишається активність води та пов'язана з нею стабільність під час зберігання. Дослідження желейних кондитерських виробів показують, що заміна частини сахарози цукровими спиртами здатна ефективно знижувати активність води, однак її вплив на текстуру й вологість має виражений рецептурний характер і потребує оптимізації. Для мармеладу додаткового значення набувають запобігання синерезису, контроль можливих процесів кристалізації окремих замінників, стабільність кольору й аромату, особливо у виробках на основі фруктових пюре з підвищеною кислотністю та вмістом поліфенолів, а також збереження характерної для мармеладу жувальної консистенції без надмірної крихкості [50].

Отже, сучасні наукові публікації свідчать, що ефективне зниження вмісту цукрів у мармеладних виробках досягається не шляхом використання одного інгредієнта-замінника, а завдяки інтегрованому рецептурно-технологічному

підходу. Такий підхід поєднує часткову заміну сахарози поліолами та олігосахаридами, введення баластних носіїв у поєднанні з високоінтенсивними підсолоджувачами та використання низькоетерифікованого пектину з кальцій-керованим структуроутворенням.

Висновки до розділу 1

1. Аналіз наукових джерел показав, що мармелад як желейний кондитерський виріб характеризується гнучкістю рецептурного складу та визначальною роллю гідроколоїдного гелеутворення у формуванні структури, стабільності й органолептичних властивостей. Відсутність жирової фази та можливість регулювання вмісту цукрів і кислотності зумовлюють інтерес до мармеладу як об'єкта для технологічних удосконалень.
2. Літературні дані підтверджують доцільність використання плодової сировини у складі мармеладу не лише як джерела біологічно активних речовин, а і як чинника, що впливає на кислотність середовища, вологозв'язування, гелеутворення та сенсорний профіль продукту. Особливу увагу приділено обліпісі та айві, властивості яких є взаємодоповнюючими.
3. Огляд желуючих систем засвідчив, що для фруктового мармеладу найбільш придатним є використання пектинових гелів, зокрема на основі високоетерифікованого пектину, механізм гелеутворення якого відповідає умовам кислого середовища та підвищеного вмісту сухих речовин. Агар і желатин формують гелі з іншими структурно-механічними властивостями, що обмежує їх використання для відтворення традиційної мармеладної текстури або потребує зміни рецептурних підходів.
4. Аналіз літератури щодо зниження вмісту цукрів показав, що редукція сахарози є складним технологічним завданням, оскільки цукри впливають не лише на смак, а й на активність води, стабільність структури та строк зберігання. Найбільш обґрунтованими підходами є часткова заміна цукру поліолами та олігосахаридами. При цьому підкреслюється необхідність експериментального підбору рецептури з урахуванням активності води та ризику синерезису.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень та схема дослідів

Робота присвячена розробці технології мармеладу. Передбачається, що поєднання обліпихового та айвового пюре у раціонально підбраному співвідношенні (30:70 – 50:50) у складі мармеладу на високоетерифікованому пектині (NH) забезпечить можливість частково знизити вміст сахарози (на 30...50%) без суттєвого погіршення структурно-механічних і сенсорних властивостей продукту, за умови компенсації сухих речовин і вологозв'язування за рахунок цукрозамінників.

Очікується, що зміна співвідношення пюре (О:А) та типу вуглеводної системи впливатиме на рН, вміст сухих речовин, активність води, міцність гелю та ризик синерезису, а отже дозволить визначити оптимальну рецептуру, у якій забезпечується баланс між стабільністю структури, сенсорною гармонійністю та зниженим вмістом доданих цукрів.

Програма досліджень наведена на рисунку 2.1.

Розроблення рецептур мармеладу з обліпихово-айвового пюре та частковою заміною цукру здійснювали з урахуванням необхідності одночасного керування сенсорними властивостями, структурною стабільністю та харчовою цінністю продукту. З цією метою як керовані фактори експерименту було обрано співвідношення плодово-ягідного пюре та склад вуглеводної системи:

- фактор X_1 – співвідношення обліпихового та айвового пюре (О:А): співвідношення обліпихового та айвового пюре визначає кислотний профіль, інтенсивність смаку й забарвлення, а також природний внесок пектинових речовин у систему. На основі попереднього аналізу літературних джерел і сенсорної логіки було обрано три рівні фактора: 30:70 (О:А) – варіант з

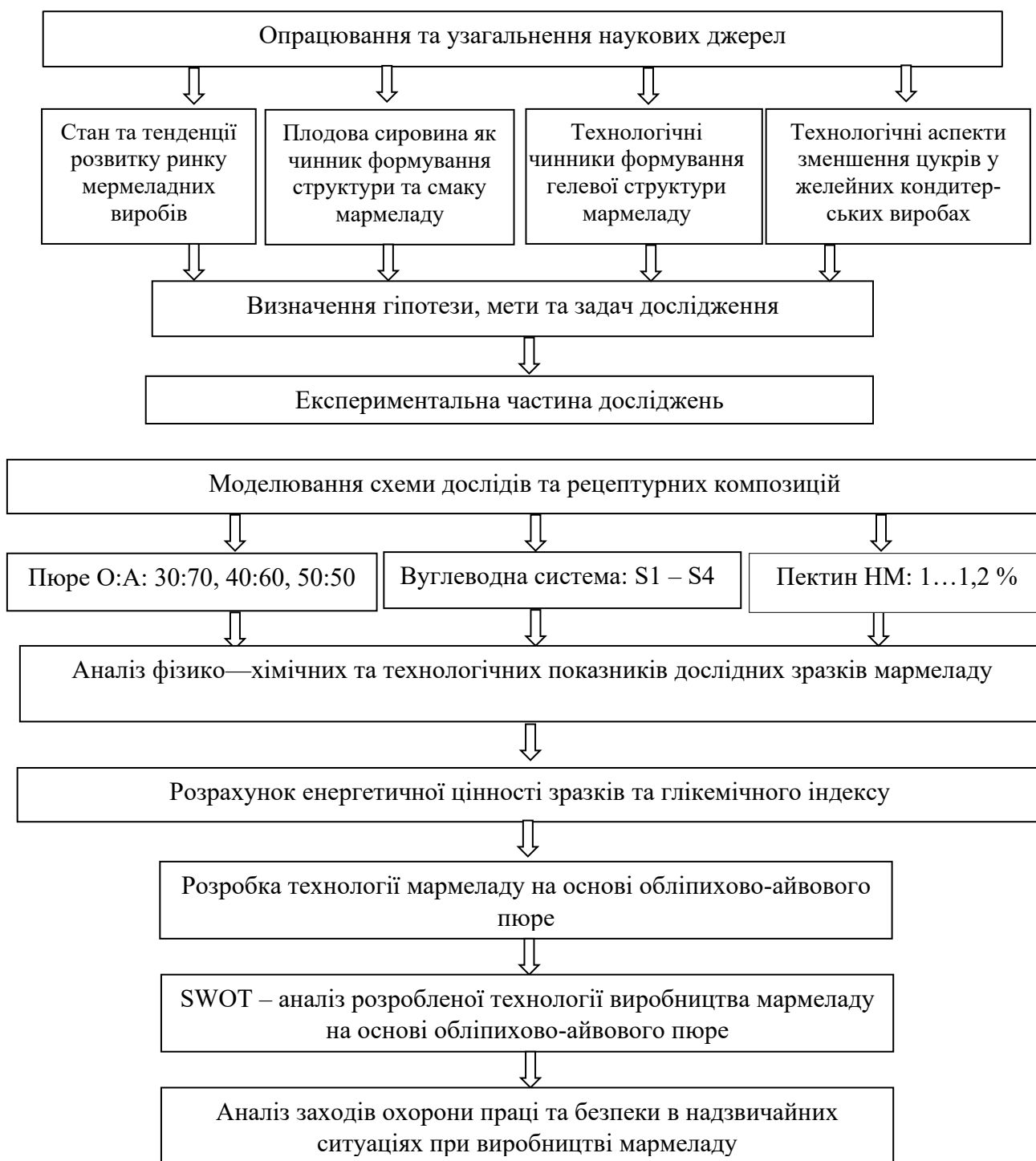


Рис. 2.1. Програма досліджень при розробці технології мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре.

домінуванням айви; 40:60 (О:А) – варіант з виразним смаком обліпихи при збереженні структурної ролі айви; 50:50 (О:А) – рівноважне поєднання.

- фактор X_2 – вуглеводна система – склад вуглеводної фази визначає солодкість, масову частку сухих речовин, активність води та умови гелеутворення NH-пектину. У дослідженні передбачено чотири варіанти вуглеводної системи: S1 – 100 % сахароза (контрольний варіант); S2 – зменшення вмісту сахарози на 30 % із компенсацією інуліном як баластним компонентом; S3 – зменшення вмісту сахарози на 30 % із заміною еритритолом; S4 – зменшення вмісту сахарози на 50 % із використанням інуліну як носія сухих речовин та стевії для корекції солодкості.

Для проведення досліджень була розроблена схема дослідів, яка візуалізована в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Схема проведення експериментальних досліджень

№ варіанта	Пюре О:А	Вуглеводна система	Пектин NH, %
Варіант 1	30:70	S1	1,0
Варіант 2	40:60	S1	1,0
Варіант 3	50:50	S1	1,0
Варіант 4	30:70	S2	1,1
Варіант 5	40:60	S2	1,1
Варіант 6	50:50	S2	1,1
Варіант 7	30:70	S3	1,1
Варіант 8	40:60	S3	1,1
Варіант 9	50:50	S3	1,1
Варіант 10	30:70	S4	1,2
Варіант 11	40:60	S4	1,2
Варіант 12	50:50	S4	1,2

Перевагою такої схеми є можливість виділити найраціональнішу модель мармеладу зі зниженим вмістом цукру та мінімальною кількістю інгредієнтів, що відповідає сучасним вимогам до функціональних продуктів.

Відповідно до схеми дослідів були розроблені дослідні рецептури у перерахунку на 1,000 г (1 кг) мармеладної маси. З метою проведення порівняльного аналізу рецептур було прийнято єдину базову складову:

- сумарна частка пюре (О+А) = 50% (500 г/кг),

- технологічна вода = 5% (50 г/кг) – для розчинення та запобігання пригоранню,
- лимонна кислота = 0,6% (6 г/кг) – остаточно коригується за рН (ціль 3,10 ± 0,10),
- пектин NH – вміст за схемою: 1,0 / 1,1 / 1,2%.

Розроблені дослідні рецептури наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Рецептури дослідних зразків мармеладу (на 1 кг)

№	О:А	Система	О, г	А, г	Сахароза, г	Інулін, г	Еритритол, г	Стевія, г	Пектин NH, г	Вода, г	Лимонна кислота, г
1	30:70	S1	150	350	434,0	0	0	0	10	50	6
2	40:60	S1	200	300	434,0	0	0	0	10	50	6
3	50:50	S1	250	250	434,0	0	0	0	10	50	6
4	30:70	S2	150	350	302,8	130,2	0	0	11	50	6
5	40:60	S2	200	300	302,8	130,2	0	0	11	50	6
6	50:50	S2	250	250	302,8	130,2	0	0	11	50	6
7	30:70	S3	150	350	302,8	0	130,2	0	11	50	6
8	40:60	S3	200	300	302,8	0	130,2	0	11	50	6
9	50:50	S3	250	250	302,8	0	130,2	0	11	50	6
10	30:70	S4	150	350	214,5	217,0	0	0,5	12	50	6
11	40:60	S4	200	300	214,5	217,0	0	0,5	12	50	6
12	50:50	S4	250	250	214,5	217,0	0	0,5	12	50	6

Методика приготування дослідних зразків мармеладу наведена нижче.

2.2 Об'єкти та матеріали досліджень

Об'єктами дослідження в даній роботі були дослідні зразки фруктового мармеладу, виготовлені на основі комбінованого обліпихово-айвового пюре з

використанням високоетерифікованого пектину та різних варіантів вуглеводної системи, у тому числі з частковою заміною сахарози.

До складу дослідних зразків входили обліпихове пюре та айвово пюре, які застосовували у фіксованій сумарній кількості (50 % від маси рецептури) з варіюванням співвідношення компонентів у межах 30:70, 40:60 та 50:50. Пюре виготовляли зі свіжої сировини, хімічний склад якої наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Хімічний склад плодів обліпихи та айви

Показник	Обліпиха	Айва
Загальний хімічний склад		
Вода, %	82...88	83...87
Сухі речовини, %	12...18	13...17
Макронутрієнти		
Білки, г/100 г	0,8...1,5	0,3...0,6
Жири, г/100 г	3,5...8,0	0,1...0,3
Вуглеводи, г/100 г	5,0...9,0	12,0...15,0
у т.ч. моно- і дисахариди, г/100 г	2,5...5,5	6,0...9,0
полісахариди та харчові волокна, г/100 г	2,0...4,0	3,5...5,5
Пектинові речовини, г/100 г	0,6...1,2	1,5...3,5
Органічні кислоти (у перерахунку на яблучну), г/100 г	2,0...4,5	0,7...1,5
Вітамінний склад		
Вітамін С, мг/100 г	200...600	10...20
β-каротин, мг/100 г	5,0...15,0	0,1...0,3
Вітамін Е (токоферол), мг/100 г	3,0...8,0	0,4...1,2
Вітамін В ₁ (тіамін), мг/100 г	0,02...0,05	0,01...0,02
Вітамін В ₂ (рибофлавін), мг/100 г	0,03...0,07	0,02...0,04
Вітамін В ₆ , мг/100 г	0,06...0,10	0,03...0,05
Фолієва кислота (В ₉), мкг/100 г	20...40	3...6
Мінеральні речовини		
Калій (К), мг/100 г	180...300	140...200
Кальцій (Са), мг/100 г	20...40	10...30
Магній (Mg), мг/100 г	25...35	7...15
Фосфор (P), мг/100 г	30...50	15...25
Натрій (Na), мг/100 г	3...7	1...5
Залізо (Fe), мг/100 г	1,0...2,5	0,5...0,9
Цинк (Zn), мг/100 г	0,3...0,6	0,2...0,4
Марганець (Mn), мг/100 г	0,3...0,7	0,1...0,3
Мідь (Cu), мг/100 г	0,05...0,15	0,04...0,10

Жирова фракція обліпихи зосереджена переважно у м'якоті та насінні й містить значну частку ненасичених жирних кислот, зокрема олеїнова, лінолева, пальмітолеїнова.

Представлені в таблиці 2.3 дані свідчать про суттєву відмінність хімічного складу плодів обліпихи та айви, що зумовлює їх технологічну комплементарність. Обліпиха характеризується високою концентрацією біологічно активних речовин, зокрема вітаміну С, каротиноїдів і токоферолів, а також значною кислотністю, що формує інтенсивний смако-колірний профіль. Айва, натомість, відзначається вищим вмістом вуглеводів і пектинових речовин за нижчої кислотності, що є сприятливим для формування желевної структури та сенсорної гармонізації продукту. Таке поєднання є обґрунтованим для розроблення мармеладу з керованими структурно-механічними та харчовими властивостями.

За якісними показниками фруктова сировина повинна відповідати вимогам нормативних документів ДСТУ 7023:2009 «Айва свіжа. Технічні умови» [51], ДСТУ 8639:2016 «Пюре-напівфабрикати фруктові. Загальні технічні умови» [52].

Структуротворювальною основою мармеладу слугував високоетерифікований пектин. У межах проведених досліджень було використано пектин NH високоетерифікований із модифікованою здатністю до термореверсивного гелеутворення. Пектин є водорозчинним полісахаридом, що містить галактуронову кислоту як основний структурний компонент і належить до харчових добавок Е 440. У присутності кислоти та розчинених сухих речовин, зокрема сахарози, пектин формує гель шляхом взаємодії карбоксильних і метоксильних груп, що призводить до утворення стабільної тривимірної структури при охолодженні. Оптимальними умовами гелеутворення є: рН у діапазоні 2,8...3,5 та високий вміст сухих речовин (> 60 %); для мармеладу це досягається за класичного уварювання фруктово-вуглеводної маси. Пектини цього типу застосовують у кондитерських желейних виробках, джемах і начинках, де потрібна чітка, еластична гелева структура. Випускається у вигляді сухого порошку від світло-жовтого до світло-бурштинового кольору, що добре диспергується в гарячій фруктово-цукровій основі при попередньому змішуванні з частиною цукру чи

іншого сухого компоненту. Для мармеладних систем застосування пектину NH дозволяє досягати стабільної текстури навіть за часткової редукції сахарози, оскільки адаптовані пектинові фракції взаємодіють з іншими розчиненими речовинами та кислотністю, формуючи цільову гелеву мережу, що зберігає еластичність і мінімізує синерезис [53].

Вуглеводна складова дослідних зразків була представлена чотирма варіантами: контрольним із 100 % сахарозою та трьома експериментальними моделями з частковою (30–50 %) заміною цукру інуліном, еритритолом та їх поєднанням зі стевією для корекції солодкості.

Еритритол – це низькокалорійний поліол, який широко застосовується як підсолоджувач і функціональний компонент у харчовій промисловості. Він присутній у природі у деяких фруктах і ферментованих продуктах, але в виробництві здобувається біотехнологічним шляхом. Еритритол має високу солодкість (~60...80 % від солодкості сахарози) і практично нульову калорійність ($\approx 0,2$ ккал/г), оскільки значна його частина не метаболізується в організмі людини. Еритритол характеризується низьким глікемічним індексом і відсутністю впливу на рівень глюкози у крові, що робить його придатним для продуктів із пониженим вмістом цукру та для споживачів із метаболічними обмеженнями. Він добре розчиняється у воді, при помірних температурах відсутня реакція із білковими чи пектиновими компонентами, стабільний у широкому діапазоні рН. Оскільки еритритол не формує власної гелевої мережі, він здатний знижувати активність води аналогічно сахарозі, але менш ефективно, ніж сахароза; у желейних системах це може призводити до часткової втрати міцності гелю за відсутності компенсаційних факторів. Еритритол дає характерне легке охолоджувальне відчуття у роті при розчиненні, що може впливати на сприйняття кінцевого продукту, особливо у десертних желейних виробках. Він є термостійким компонентом, що дозволяє використовувати його в процесах уварювання, охолодження та теплової обробки желейних систем. У мармеладних та інших желейних виробках еритритол доцільно застосовувати як частковий заміник

сахарози для зниження енергетичної цінності та контролю активності води, за умови рецептурної компенсації структури [54].

Стевія – це підсолоджувач природного походження, що отримується з листків рослини *Stevia rebaudiana Bertoni*. Основними підсолоджувальними компонентами є стевіозиди та ребаудіозиди, які мають солодкість 200...300 % відносно сахарози, але практично не містять калорій і не впливають на рівень глюкози в крові. Стевія широко застосовується в харчовій промисловості як компонент для формування смаку продуктів із зниженим вмістом цукру, у тому числі в кондитерських і желейних виробках. На відміну від сахарози, стевія може мати металевий або гіркуватий післясмак це вимагає оптимізації дозування. Стевії не притаманна розкладання при звичних режимах термічної обробки, тому вона зберігає підсолоджувальні властивості під час уварювання мармеладної маси. Сама по собі стевія не впливає на структуру гелю; у рецептурі мармеладу вона не забезпечує вологозв'язування чи желювального ефекту, і тому її використання вимагає поєднання з компонентами, що формують структуру [55].

Інулін є природним вуглеводом групи фруктанів, що складається з ланцюгів β -(2 \rightarrow 1)-зв'язаних залишків фруктози з термінальним глюкозним фрагментом. У харчовій промисловості інулін отримують переважно з коренів цикорію (*Cichorium intybus L.*) шляхом екстракції та очищення. Він належить до харчових волокон і класифікується як інгредієнт із пребіотичними властивостями. Для дослідних рецептур мармеладу використовували *Inulin Chicory (Beneo Orafiti HP)*. З нутрієнтної точки зору інулін має низьку енергетичну цінність ($\approx 1,5...2,0$ ккал/г), не підвищує глікемічний індекс продукту та не метаболізується у верхніх відділах травного тракту, ферментуючись мікрофлорою товстого кишечника. Завдяки цьому інулін розглядається як функціональний інгредієнт, що сприяє нормалізації кишкової мікробіоти та може підвищувати харчову цінність продуктів зі зниженим вмістом цукру. З технологічної точки зору інулін виконує у мармеладних системах подвійну функцію. По-перше, він діє як баластний наповнювач, компенсуючи зменшення масової частки сухих речовин у разі редукції сахарози. По-друге, інулін проявляє виражену вологозв'язувальну здатність, що сприяє зниженню активності

води та підвищенню структурної стабільності желейних виробів. У високих концентраціях інулін здатний формувати мікрокристалічні агрегати, які надають продукту відчуття «тілесності» та можуть частково імітувати текстурний ефект сахарози. На відміну від поліолів, інулін не створює охолоджувального ефекту в смаку й не має власної солодкості (або має її на дуже низькому рівні – близько 10 % від сахарози). Тому в рецептурах мармеладу він зазвичай використовується у поєднанні з підсолоджувачами, забезпечуючи структурну стабільність без суттєвого впливу на смако-ароматичний профіль. У гідроколоїдних системах на основі пектину інулін не вступає в пряму хімічну взаємодію з пектиновими ланцюгами, однак опосередковано впливає на гелеутворення через перерозподіл вологи та зміну гідратаційного стану системи. Це може проявлятися у підвищенні міцності гелю та зниженні ризику синерезису, особливо в рецептурах зі зменшеним вмістом сахарози [56].

Усі інші допоміжні інгредієнти, передбачені рецептурою, мають відповідати вимогам чинних нормативних документів, зокрема ДСанПН 2.2.4-171-1 [57], ДСТУ 4623:2023 [58], ДСТУ 908:2006 [59].

2.3 Методика проведення досліджень

Виготовлення дослідних зразків мармеладу здійснювали в лабораторних умовах за уніфікованою технологічною схемою з урахуванням варійованих факторів рецептури.

Свіжі плоди обліпихи та айви перед використанням ретельно інспектували, сортували з видаленням механічно пошкоджених і нестиглих екземплярів, після чого промивали проточною водою. Айву очищали від насінневих камер і нарізали на частини розміром 20...30 мм для забезпечення рівномірної теплової обробки.

Для інактивації ферментів і пом'якшення тканин айву бланшували у воді за температури (95 ± 2) °C протягом 5...7 хв, після чого швидко охолоджували до температури не вище 40 °C. Плоди обліпихи, з огляду на м'яку консистенцію, використовували без попереднього бланшування. Подрібнення плодів здійснювали

до однорідного стану, після чого отримані пюре протирали через сито (0,5...1,0 мм) для видалення часток шкірки та насіння і забезпечення гладкої, однорідної структури. Для підвищення однорідності айвово пюре перед протиранням додатково прогрівали до (80...85) °С протягом 2...3 хв при перемішуванні. Отримані пюре обліпихи та айви змішували у заданих співвідношеннях (30:70; 40:60; 50:50) безпосередньо перед приготуванням мармеладної маси.

Мармеладну масу готували шляхом уварювання суміші плодового пюре, вуглеводної системи та желювального агента. На першому етапі у варильну ємність завантажували відміряну кількість обліпихово-айвового пюре та приблизно 50...60 % від загальної кількості води за рецептурою, після чого суміш нагрівали за постійного перемішування до температури (60...65) °С. Високоетерифікований пектин попередньо диспергували у частині сухих інгредієнтів (цукру, інуліну або еритритолу залежно від варіанту рецептури) для запобігання утворенню грудок, після чого поступово вводили у підігріту плодову масу.

Після повного введення пектину температуру підвищували до (85...90) °С і проводили уварювання мармеладної маси за інтенсивного перемішування до досягнення масової частки сухих речовин (68...72) %, що контролювали рефрактометричним методом. Загальна тривалість уварювання становила 15...25 хв залежно від складу вуглеводної системи та співвідношення пюре. У рецептурах із частковою заміною цукру інуліном або еритритолом тривалість уварювання, як правило, була дещо більшою через підвищену водоутримувальну здатність системи.

Після досягнення необхідного вмісту сухих речовин температуру маси знижували до (80...85) °С і вносили розчин лимонної кислоти (масова частка 50 %), коригуючи активну кислотність мармеладної маси до значень рН 2,8...3,3, оптимальних для гелеутворення високоетерифікованого пектину. У варіантах із використанням стевії її вводили на завершальній стадії уварювання разом із кислотним регулятором для мінімізації теплового впливу на підсолоджувач.

Готову мармеладну масу негайно розливали у попередньо підготовлені форми при температурі не нижче 75 °С та залишали для структуроутворення за

температури (20–22) °С. Формування гелевої структури відбувалося протягом 12...24 год у нерухомому стані без механічних впливів. Після завершення гелеутворення мармелад виймали з форм і витримували додатково 24 год за температури (18...20) °С для стабілізації текстури та рівномірного перерозподілу вологи. Отримані зразки використовували для подальших фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних досліджень.

Всі дослідження фізико-хімічних показників проводили за стандартними методиками [56].

Міцність гелю мармеладу визначали методом одноосьового стискання з використанням текстурного аналізатора (типу Texture Analyzer). Дослідні зразки мармеладу вирізали у вигляді циліндрів однакових розмірів (висота та діаметр стандартизовані) та кондиціонували за температури (20 ± 2) °С протягом не менше 1 години перед вимірюванням. Стискання проводили плоским циліндричним зондом зі сталою швидкістю руху до заданого відсотка деформації. Міцність гелю визначали як максимальне зусилля (Н), зафіксоване при першому циклі навантаження до моменту руйнування або досягнення встановленої деформації.

Деформацію при стисканні визначали під час того ж випробування одноосьового стискання. Показник розраховували як відносну зміну висоти зразка (%) у момент досягнення максимального навантаження або при фіксованому зусиллі стискання. Значення деформації при стисканні характеризує ступінь пластичності гелевої структури мармеладу та її здатність змінювати форму під дією механічного навантаження без негайного руйнування.

Еластичність мармеладу визначали методом двоциклового стискання (Texture Profile Analysis). Після першого циклу навантаження зразок піддавали другому циклу стискання за аналогічних умов. Еластичність розраховували як відношення висоти або часу відновлення зразка під час другого циклу до відповідного показника першого циклу (безрозмірна величина). Даний параметр характеризує здатність гелевої структури відновлювати початкову форму після зняття навантаження.

Клейкість (адгезію) мармеладу визначали за результатами текстурного аналізу під час відриву зонда від поверхні зразка. Показник адгезії розраховували як роботу, витрачену на відокремлення зонда від зразка ($H \cdot c$), що відповідає площі негативної ділянки кривої «сила-час». Клейкість характеризує силу міжмолекулярної взаємодії між поверхнею мармеладу та контактуючим матеріалом і є важливим показником сенсорного сприйняття текстури.

Методика органолептичної оцінки. Органолептичну оцінку мармеладу проводили методом дегустації з використанням бальної шкали, відповідно до загальноприйнятих підходів до оцінки желеино-фруктових кондитерських виробів. До дегустаційної комісії входили 10-12 підготовлених експертів. Оцінювання здійснювали в умовах стандартного дегустаційного приміщення при температурі (20 ± 2) °C, з використанням закодованих зразків, поданих у випадковій послідовності. Оцінювали такі показники: зовнішній вигляд і форма, колір, аромат, смак, консистенція, загальна органолептична оцінка. Кожен показник оцінювали за 5-бальною шкалою, де 5 балів відповідали відмінній якості, а 1 бал – незадовільній. Загальну оцінку визначали як середнє арифметичне значення окремих показників.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

3.1 Характеристика фізико-хімічних показників мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре

Фізико-хімічні показники є базовими критеріями оцінки якості мармеладу, оскільки вони безпосередньо визначають перебіг процесів гелеутворення, формування структури, стабільність під час зберігання та споживчі властивості готового продукту.

Для мармеладу на основі високометоксильного пектину вирішальне значення мають масова частка сухих речовин, вологість і кислотність середовища, оскільки саме їх співвідношення зумовлює ефективність желювання та механічну міцність гелевої матриці.

В таблиці 3.1 та на рисунку 3.1 представлено результати визначення масової частки сухих речовин та вологи (%) у зразках мармеладів, які виготовлені за 12 дослідними рецептурами.

Таблиця 3.1

Масова частка сухих речовин у мармеладі на основі обліпихово-айвового пюре

№ зразка	О : А	Система	Характеристика системи	Масова частка сухих речовин, %
1	30 : 70	S1	Сахароза	81,2 ± 0,3
2	40 : 60	S1	Сахароза	80,6 ± 0,4
3	50 : 50	S1	Сахароза	79,8 ± 0,3
4	30 : 70	S2	Сахароза + інулін	78,9 ± 0,4
5	40 : 60	S2	Сахароза + інулін	78,1 ± 0,3
6	50 : 50	S2	Сахароза + інулін	77,4 ± 0,4
7	30 : 70	S3	Сахароза + еритритол	80,1 ± 0,3
8	40 : 60	S3	Сахароза + еритритол	79,3 ± 0,4
9	50 : 50	S3	Сахароза + еритритол	78,6 ± 0,3
10	30 : 70	S4	Сахароза + інулін + стевія	77,8 ± 0,4
11	40 : 60	S4	Сахароза + інулін + стевія	77,0 ± 0,3
12	50 : 50	S4	Сахароза + інулін + стевія	76,3 ± 0,4

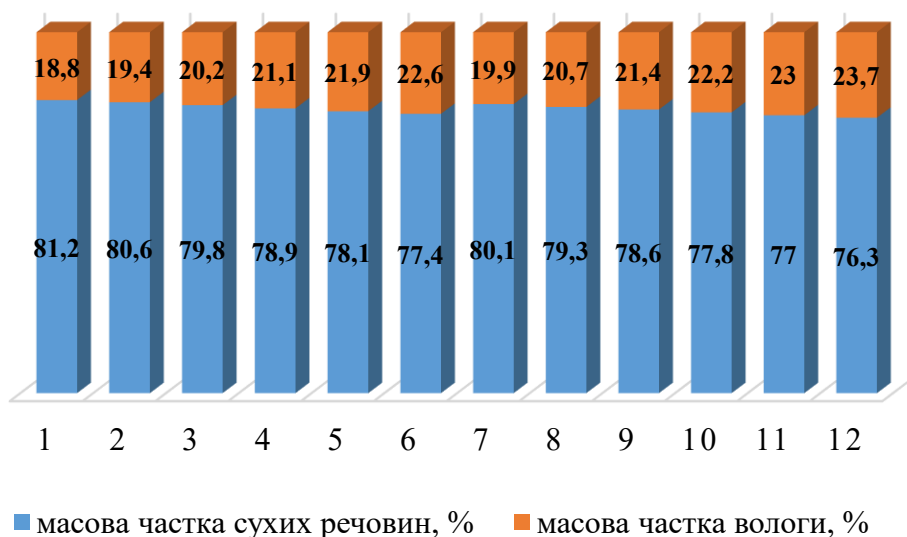


Рис. 3.1. Масова частка сухих речовин та води у зразках мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре.

Аналіз отриманих даних свідчить, що найвищі значення масової частки сухих речовин характерні для зразків системи S1, що містять виключно сахарозу. Заміна частини сахарози інуліном (система S2) та комбіноване використання інуліну зі стевією (система S4) супроводжується зниженням вмісту сухих речовин, що зумовлено високою гідрофільністю інуліну та його здатністю утримувати вологу у гелевій структурі мармеладу. Зі збільшенням частки обліпихового пюре у рецептурі спостерігається тенденція до поступового зменшення масової частки сухих речовин незалежно від типу підсолоджувальної системи.

Масова частка води (рис. 3.1) в мармеладі закономірно змінюється обернено до вмісту сухих речовин: підвищення концентрації сухих речовин супроводжується зменшенням вологості продукту.

Встановлені закономірності зміни масової частки сухих речовин і вологості мармеладу зумовлюють не лише структурно-механічні властивості продукту, але й формують кислотно-цукровий профіль та стан водної фази, що є визначальним для стабільності гелевої системи. У зв'язку з цим наступним етапом досліджень було проаналізовано комплекс ключових фізико-хімічних показників мармеладу (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Фізико-хімічні показники мармеладу з обліпихово-айвовою плодовою основою залежно від рецептурного складу

№	О : А	Систе- ма	pH	Титрована кислотність, %	Редукуючі цукри, %	Загальний вміст цукрів, %	a_w
1	30:70	S1	3,32 ± 0,02	1,08 ± 0,03	22,4 ± 0,5	66,8 ± 0,6	0,782
2	40:60	S1	3,21 ± 0,02	1,16 ± 0,03	23,1 ± 0,4	66,5 ± 0,5	0,790
3	50:50	S1	3,10 ± 0,03	1,24 ± 0,04	23,9 ± 0,5	66,1 ± 0,6	0,798
4	30:70	S2	3,34 ± 0,02	1,06 ± 0,03	14,2 ± 0,4	52,1 ± 0,5	0,805
5	40:60	S2	3,23 ± 0,02	1,14 ± 0,03	14,8 ± 0,3	51,7 ± 0,4	0,812
6	50:50	S2	3,12 ± 0,03	1,22 ± 0,04	15,5 ± 0,4	51,3 ± 0,5	0,820
7	30:70	S3	3,31 ± 0,02	1,07 ± 0,03	17,1 ± 0,4	55,4 ± 0,5	0,795
8	40:60	S3	3,20 ± 0,02	1,15 ± 0,03	17,8 ± 0,4	55,0 ± 0,5	0,803
9	50:50	S3	3,09 ± 0,03	1,23 ± 0,04	18,4 ± 0,5	54,6 ± 0,6	0,810
10	30:70	S4	3,36 ± 0,02	1,05 ± 0,03	13,1 ± 0,3	48,2 ± 0,4	0,818
11	40:60	S4	3,25 ± 0,02	1,13 ± 0,03	13,6 ± 0,3	47,8 ± 0,4	0,825
12	50:50	S4	3,14 ± 0,03	1,21 ± 0,04	14,0 ± 0,4	47,3 ± 0,5	0,832

Отримані результати досліджень свідчать, що активна кислотність мармеладу в усіх дослідних зразках знаходилася в межах pH 3,09...3,36, що відповідає оптимальному інтервалу для ефективного гелеутворення високометоксильного пектину. Зі збільшенням частки обліпихового пюре у рецептурі спостерігалася чітка тенденція до зниження значень pH незалежно від типу підсолоджувальної системи, що зумовлено високим вмістом органічних кислот у плодах обліпихи. Водночас часткова заміна сахарози інуліном або еритритолом не спричиняла критичних зсувів активної кислотності, що свідчить про стабільність кислотного режиму процесу гелеутворення за умови коректного дозування лимонної кислоти та збереження оптимальних технологічних параметрів.

Показники титрованої кислотності мармеладу змінювалися в межах 1,05...1,24 % і зростали зі збільшенням частки обліпихи у складі плодової основи. Така динаміка відображає сумарний вміст органічних кислот і добре корелює зі зниженням значень pH. Важливо, що для всіх дослідних систем рівень титрованої кислотності залишався в межах, характерних для желеино-фруктових

кондитерських виробів, забезпечуючи гармонійний кисло-солодкий смак і водночас не пригнічуючи структуроутворювальну здатність пектинової основи.

Аналіз вмісту редукуючих цукрів показав, що їх максимальні значення характерні для зразків системи S1, які містять виключно сахарозу. Це пояснюється частковою інверсією сахарози в умовах кислого середовища та підвищеної температури під час уварювання мармеладної маси. Заміна частини сахарози інуліном у системах S2 і S4 призводила до істотного зниження концентрації редукуючих цукрів, оскільки інулін не належить до редукуючих вуглеводів і не бере участі в реакціях інверсії. Зразки з використанням еритритолу (S3) характеризувалися проміжними значеннями цього показника, що підтверджує його обмежену участь у реакціях карамелізації та інших термічно індукованих перетвореннях вуглеводів. Загальний вміст цукрів був найвищим у зразках системи S1 і закономірно зменшувався у рядах S3, S2 та S4 відповідно до ступеня заміни сахарози низькоглікемічними компонентами.

Активність води у мармеладі змінювалася в межах 0,782...0,832 і зростала зі збільшенням вологості та частки інуліну в рецептурному складі. Найнижчі значення a_w були характерні для зразків системи S1, що зумовлено високою осмотичною дією сахарози та відносно нижчою масовою часткою води. Введення інуліну в системах S2 і S4 сприяло підвищенню активності води внаслідок зв'язування значної кількості води у гелевій матриці без її повного осмотичного блокування. Водночас отримані значення a_w залишалися нижчими за критичні рівні, необхідні для росту більшості мікроорганізмів, що свідчить про потенційну мікробіологічну стабільність мармеладу за умови дотримання санітарно-гігієнічних вимог виробництва та зберігання.

3.2 Структурно-механічні властивості мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре

Структурно-механічні властивості є інтегральною характеристикою якості мармеладу, оскільки відображають сумарний вплив рецептурного складу, фізико-

хімічних параметрів та умов гелеутворення на формування гелевої матриці. Для мармеладу на основі високометоксильного пектину ключовими показниками є міцність гелю, деформація при стисканні, еластичність і клейкість, які визначають механічну стабільність виробу, його здатність до відновлення форми та сенсорне сприйняття текстури під час споживання. Результати вимірювання даних показників наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Структурно-механічні властивості мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре

№	О:А	Система	Міцність гелю, Н	Деформація при стисканні, %	Еластичність	Клейкість (адгезія), Н·с
1	30:70	S1	6,8 ± 0,2	22,4 ± 0,8	0,86 ± 0,02	0,42 ± 0,03
2	40:60	S1	6,5 ± 0,2	23,1 ± 0,7	0,85 ± 0,02	0,45 ± 0,03
3	50:50	S1	6,2 ± 0,3	24,0 ± 0,9	0,83 ± 0,03	0,48 ± 0,04
4	30:70	S2	5,9 ± 0,2	26,5 ± 0,8	0,88 ± 0,02	0,56 ± 0,04
5	40:60	S2	5,6 ± 0,3	27,8 ± 0,9	0,87 ± 0,02	0,60 ± 0,05
6	50:50	S2	5,3 ± 0,3	29,1 ± 1,0	0,86 ± 0,03	0,64 ± 0,05
7	30:70	S3	6,1 ± 0,2	24,6 ± 0,8	0,84 ± 0,02	0,50 ± 0,04
8	40:60	S3	5,8 ± 0,2	25,7 ± 0,9	0,83 ± 0,02	0,53 ± 0,04
9	50:50	S3	5,5 ± 0,3	26,9 ± 1,0	0,82 ± 0,03	0,57 ± 0,05
10	30:70	S4	5,4 ± 0,3	28,2 ± 0,9	0,89 ± 0,02	0,66 ± 0,05
11	40:60	S4	5,1 ± 0,3	29,6 ± 1,0	0,88 ± 0,02	0,70 ± 0,06
12	50:50	S4	4,8 ± 0,3	31,0 ± 1,1	0,87 ± 0,03	0,74 ± 0,06

Міцність гелю мармеладу змінювалася в межах 4,8...6,8 Н і суттєво залежала від типу підсолоджувальної системи та співвідношення плодових компонентів. Найвищі значення зафіксовано у зразках системи S1 (сахароза), що зумовлено високою осмотичною дією сахарози та формуванням щільної пектинової сітки. Заміна частини сахарози інуліном (S2) або його поєднання зі стевією (S4) призводила до зниження міцності гелю на 0,9...2,0 Н, що пов'язано з підвищеною вологістю та зростанням частки зв'язаної води у гелевій матриці. Зі збільшенням частки обліпихи з 30 до 50 % міцність гелю зменшувалася в середньому на 0,5...0,7 Н у межах кожної системи.

Деформація при стисканні змінювалася від 22,4 до 31,0 % і демонструвала зворотну залежність від міцності гелю. Найменші значення деформації були

характерні для зразків із сахарозою, що відповідає більш жорсткій структурі. Введення інуліну та комбінованих підсолоджувальних систем зумовлювало підвищення деформації на 4,0...7,0 відсоткових пункти, що свідчить про формування більш пластичної та м'якої текстури. Зростання частки обліпихового пюре також сприяло збільшенню деформації за рахунок підвищення вологості та зміни кислотно-пектинового балансу.

Еластичність мармеладу перебувала в межах 0,82...0,89 і була найвищою у зразках систем S2 та S4. Це свідчить про позитивний вплив інуліну на здатність гелевої структури відновлювати форму після механічного навантаження. У зразках із виключно сахарозною рецептурою еластичність була дещо нижчою, що відповідає більш крихкій і менш пружно-відновлюваній структурі гелю.

Клейкість мармеладу змінювалася в діапазоні 0,42...0,74 Н·с і зростала зі збільшенням вологості та активності води. Мінімальні значення адгезії характерні для зразків системи S1, тоді як максимальні – для зразків із інуліном та його поєднанням зі стевією. Підвищення клейкості у системах S2 і S4 зумовлене високою гідрофільністю інуліну та формуванням більш в'язкої поверхневої фази, що є важливим фактором сенсорного сприйняття мармеладу.

Таким чином, отримані результати свідчать, що структурно-механічні властивості мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре тісно корелюють із його фізико-хімічними показниками та визначаються типом підсолоджувальної системи.

3.3 Дослідження органолептичних властивостей мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре

Органолептичні властивості є визначальним критерієм споживчої якості мармеладу, оскільки саме вони формують загальне сприйняття продукту та його конкурентоспроможність. Зміна рецептурного складу, зокрема співвідношення обліпихового та айвового пюре, а також типу підсолоджувальної системи, може суттєво впливати на колір, аромат, смак, консистенцію та загальну гармонійність

виробу. У зв'язку з цим проведено комплексну органолептичну оцінку мармеладу, результати якої представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Органолептична оцінка мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре

№	О:А	Система	Зовнішній вигляд	Колір	Аромат	Смак	Консистенція	Загальна оцінка
1	30:70	S1	4,6 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,52 ± 0,10
2	40:60	S1	4,7 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,60 ± 0,09
3	50:50	S1	4,5 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,54 ± 0,11
4	30:70	S2	4,4 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,3 ± 0,2	4,2 ± 0,3	4,5 ± 0,2	4,36 ± 0,12
5	40:60	S2	4,6 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,52 ± 0,10
6	50:50	S2	4,3 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,1 ± 0,3	4,4 ± 0,2	4,40 ± 0,13
7	30:70	S3	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,3 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,40 ± 0,10
8	40:60	S3	4,6 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,50 ± 0,10
9	50:50	S3	4,4 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,2 ± 0,3	4,3 ± 0,2	4,42 ± 0,12
10	30:70	S4	4,3 ± 0,2	4,3 ± 0,2	4,2 ± 0,3	4,1 ± 0,3	4,5 ± 0,2	4,28 ± 0,13
11	40:60	S4	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,3 ± 0,2	4,6 ± 0,2	4,44 ± 0,10
12	50:50	S4	4,2 ± 0,3	4,5 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,0 ± 0,3	4,4 ± 0,2	4,32 ± 0,14

Зовнішній вигляд і форма мармеладу в усіх дослідних зразках отримали високі оцінки (4,2...4,7 бали), що свідчить про стабільність гелевої структури та відсутність дефектів формування незалежно від рецептурного складу. Найвищі значення за цим показником характерні для зразків зі співвідношенням обліпихово-айвового пюре 40:60, що зумовлено оптимальним балансом вологи та міцності гелю.

Оцінка кольору змінювалася в межах 4,3...4,7 бали та зростала зі збільшенням частки обліпихи у рецептурі, що пов'язано з насиченим природним пігментним складом обліпихового пюре. Водночас надмірне підвищення частки обліпихи до 50 % у ряді випадків супроводжувалося зниженням оцінки загальної гармонійності кольору через надмірну інтенсивність відтінку.

Аромат мармеладу оцінювали в діапазоні 4,2...4,7 бали. Найвищі оцінки зафіксовано у зразках із середнім співвідношенням плодових компонентів, де айва пом'якшувала характерний аромат обліпихи, формуючи більш збалансований ароматичний профіль.

Смакові властивості мали найбільшу варіабельність (4,0...4,6 бали) і найбільш чутливо реагували на тип підсолоджувальної системи. Зразки системи S1

характеризувалися гармонійним кисло-солодким смаком, тоді як у зразках S2 і S4 знижена солодкість за рахунок заміни сахарози інуліном і стевією в окремих варіантах зумовлювала більш виражене сприйняття кислотності, особливо при співвідношенні обліпихи 50 %.

Консистенція мармеладу була стабільно високою (4,3...4,6 бали) у всіх системах, однак найкращі оцінки характерні для зразків із додаванням інуліну, що формували більш м'яку та еластичну текстуру, приємну для споживання.

При порівнянні зразків за вуглеводними системами було встановлено, що зразки системи S1 (сахароза) відзначалися найвищою загальною органолептичною оцінкою (4,52...4,60 бали) завдяки класичному смаковому профілю та щільній, але стабільній консистенції.

Система S2 (сахароза + інулін) демонструвала незначно нижчі середні оцінки (4,36–4,52 бали), проте відзначалася покращеними текстурними характеристиками.

Зразки S3 (сахароза + еритритол) мали збалансовані органолептичні показники (4,40–4,50 бали), але в окремих випадках поступалися за смаком через менш інтенсивну солодкість.

Система S4 (сахароза + інулін + стевія) характеризувалася найнижчими загальними оцінками (4,28...4,44 бали), що пов'язано з особливостями смакового сприйняття стевії при підвищеній кислотності.

Отримані данні констатують наявність тісного взаємозв'язку між органолептичними характеристиками мармеладу та його структурно-механічними показниками. Зразки з вищою міцністю гелю та нижчою деформацією при стисканні (система S1) сприймалися як більш «класичні» та формостійкі, що позитивно впливало на оцінку зовнішнього вигляду. Водночас підвищення еластичності та помірної клейкості у зразках з інуліном (S2, S4) корелювало з вищими оцінками консистенції, оскільки формувало більш пластичну й пружно-відновлювану текстуру. Надмірне зростання деформації та клейкості при високій вологості зумовлювало незначне зниження загальної органолептичної оцінки, що підтверджує необхідність оптимізації текстурних параметрів для досягнення найкращого сенсорного сприйняття.

3.4 Визначення енергетичної цінності мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре

Енергетична цінність є важливим узагальнюючим показником харчової та споживчої цінності мармеладу, оскільки вона відображає сумарний внесок основних макронутрієнтів і безпосередньо пов'язана з рецептурним складом продукту. Заміна традиційної сахарози інуліном, еритритолом, стевією та їх комбінаціями дозволяє цілеспрямовано знижувати енергетичну цінність мармеладу без погіршення його структурно-механічних і органолептичних властивостей.

Енергетичну цінність дослідних зразків мармеладів розраховували за формулою:

$$ЕЦ_{\text{м}} = 4 \cdot \sum \text{білків} + 9 \cdot \sum \text{жирів} + 4 \sum \text{вуглеводів}$$

Результати визначень представлені в на рисунку 3.2.

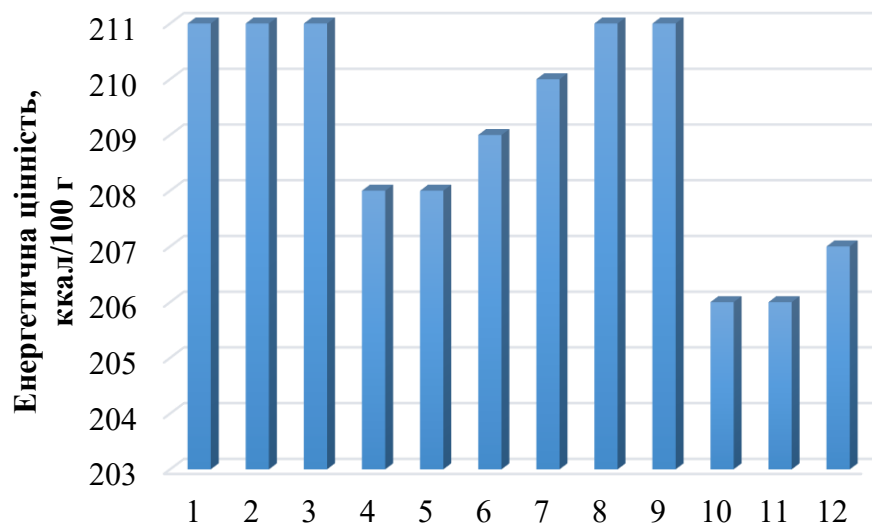


Рис. 3.2. Енергетична цінність зразків мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре, ккал/100 г.

Отримані результати свідчать, що енергетична цінність дослідних зразків мармеладу знаходилася в межах 206...211 ккал/100 г, що є нижчим порівняно з традиційними мармеладними виробами на основі виключно сахарози. Найвищі значення енергетичної цінності (211 ккал/100 г) характерні для зразків 1 – 3 (вуглеводна система S1) та 7 – 9 (вуглеводна система S3), що відповідає рецептурам

з вищою часткою засвоюваних вуглеводів і меншим вмістом некалорійних або низькокалорійних компонентів.

Зразки 4 – 6 (вуглеводна система S2) характеризувалися дещо нижчою енергетичною цінністю (208...209 ккал/100 г), що зумовлено частковою заміною сахарози інуліном або іншими функціональними інгредієнтами, які мають знижений енергетичний коефіцієнт.

Найнижчі значення енергетичної цінності зафіксовано у зразках 10 – 12 (вуглеводна система S4) (206...207 ккал/100 г), що відповідає рецептурам з максимальним ступенем заміни традиційних цукрів інуліном та стевією. Зменшення енергетичної цінності в цих варіантах пояснюється зниженням частки легкозасвоюваних вуглеводів і збільшенням вмісту харчових волокон, які практично не беруть участі в енергетичному обміні.

Загалом різниця між мінімальними та максимальними значеннями енергетичної цінності становила 5 ккал/100 г, що вказує на стабільність показника в межах дослідних серій і водночас підтверджує можливість регулювання енергетичної цінності мармеладу шляхом оптимізації підсолоджувальної системи без істотної зміни його сенсорних та структурних характеристик.

3.5 Визначення енергетичної цінності мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре

Глікемічний індекс (ГІ) є важливим показником, що характеризує вплив продукту на постпрандіальну глікемічну відповідь організму та визначає його доцільність у раціонах осіб із порушенням вуглеводного обміну або при формуванні продуктів функціонального призначення. Для мармеладу, традиційно багатого на легкозасвоювані вуглеводи, зниження глікемічного індексу є актуальним завданням, яке може бути досягнуте шляхом оптимізації підсолоджувальної системи та використання інгредієнтів із низьким або нульовим глікемічним потенціалом. Результати розрахунку глікемічного індексу розроблених варіантів рецептур мармеладів представлені на рисунку 3.3.

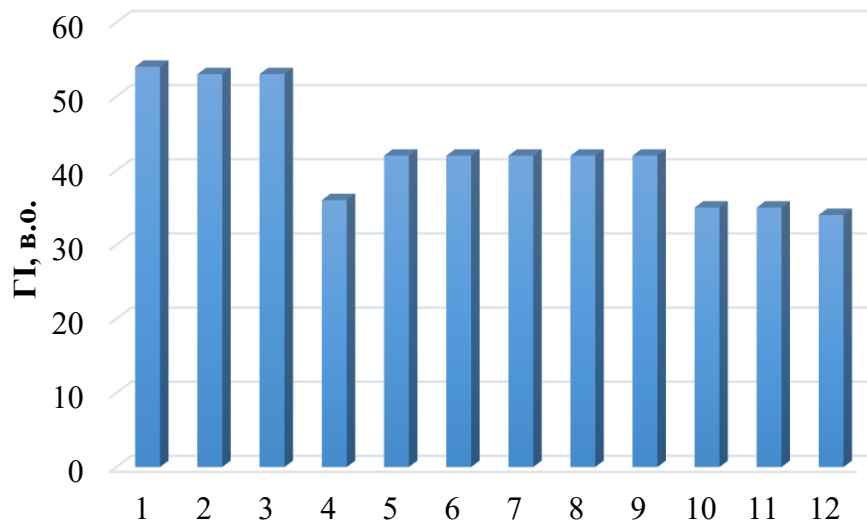


Рис. 3.3. Глікемічний індекс зразків мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре, в.о.

Отримані результати свідчать, що глікемічний індекс дослідних зразків мармеладу змінювався в межах 34...54 в.о., що дозволяє віднести більшість варіантів до продуктів із низьким або середнім глікемічним індексом. Найвищі значення ГІ зафіксовано у зразках 1 – 3 (53...54 в.о.), що відповідає рецептурам із переважним використанням сахарози як основного підсолоджувача (вуглеводна система S1). У цих варіантах глікемічна відповідь зумовлена високою часткою доступних вуглеводів та їх швидкою гідролітичною доступністю.

Зразки 4 – 9 (вуглеводні системи S2 – S3) характеризувалися помірно зниженими значеннями глікемічного індексу (36...42), що пов'язано з частковою заміною сахарози інуліном або еритритолом, а також з підвищенням вмісту харчових волокон, які сповільнюють всмоктування глюкози.

Найнижчі значення ГІ встановлено для зразків 10 – 12 (34...35), що відповідає рецептурам із максимальним ступенем заміни традиційних цукрів інуліном і стевією (вуглеводна система S4). У цих варіантах зниження глікемічного індексу зумовлене мінімальним вмістом засвоюваних моно- та дисахаридів і домінуванням низькоглікемічних компонентів.

Загалом спостерігається чітка залежність між типом підсолоджувальної системи та величиною глікемічного індексу мармеладу, тоді як вплив варіювання

співвідношення обліпихово-айвового пюре має другорядний характер і проявляється в межах однієї рецептурної групи.

Таким чином, комплексна оцінка рецептур мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре показала, що тип підсолоджувальної системи є визначальним чинником формування його фізико-хімічних, структурно-механічних, органолептичних і нутрітивних властивостей, тоді як варіювання співвідношення плодових компонентів у межах 30:70 – 50:50 виконує коригувальну функцію. Рецептури системи S1 (виключно сахароза) характеризуються найвищою міцністю гелю, стабільними органолептичними властивостями, але водночас підвищеними значеннями енергетичної цінності (≈ 211 ккал/100 г) та глікемічного індексу (53...54), що обмежує їх використання у функціональних продуктах.

Системи S2 та S3 (часткова заміна сахарози інуліном або еритритолом) забезпечують покращення текстурних характеристик, зниження енергетичної цінності (208...210 ккал/100 г) і помірне зменшення глікемічного індексу (36...42) за збереження високої органолептичної оцінки, що робить ці рецептури доцільними для продуктів із зниженим вуглеводним навантаженням.

Рецептури системи S4 (інулін + стевія) забезпечують мінімальну енергетичну цінність (206...207 ккал/100 г) та найнижчий глікемічний індекс (34...35), однак характеризуються нижчою органолептичною оцінкою порівняно з іншими системами, що обмежує їх використання як універсального споживчого продукту.

З огляду на сукупність показників, S4 доцільно рекомендувати як функціональний варіант для споживачів, які потребують зниженого глікемічного навантаження, за умови подальшої оптимізації смаку.

Для продукту з найвищою споживчою привабливістю доцільніше використовувати рецептури зі співвідношенням О:А = 40:60 у системах S1 або S3, а як компроміс між сенсорними властивостями та зниженням глікемічного потенціалу – S2 або S3 (ГІ 36...42) за збереження високої органолептичної оцінки.

Висновки до розділу 3

1. Фізико-хімічні показники мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре залежать від співвідношення плодових компонентів і типу підсолоджувальної системи. Масова частка сухих речовин у дослідних зразках становила 76,3–81,2 %, відповідно вологість — 18,8–23,7 %; найвищі значення сухих речовин характерні для сахарозних зразків, тоді як введення інуліну та його поєднання зі стевією підвищувало вологість на 3,4–4,9 в.п.
2. Активна кислотність мармеладу перебувала в межах рН 3,09–3,36, що відповідає оптимальним умовам гелеутворення високометоксильного пектину; зі збільшенням частки обліпихи з 30 до 50 % рН знижувався в середньому на 0,21–0,24 одиниці. Титрована кислотність (у перерахунку на яблучну кислоту) становила 1,05–1,24 % і зростала зі збільшенням частки обліпихового пюре.
3. Вміст редукуючих цукрів змінювався від 13,1 до 23,9 %, досягаючи максимальних значень у зразках на основі сахарози; заміна її інуліном або еритритолом знижувала цей показник на 6,3–10,8 в.п. Загальний вміст цукрів коливався в межах 47,3–66,8 % і зменшувався на 18–29 % у функціональних системах порівняно з традиційною рецептурою.
4. Активність води мармеладу знаходилася в діапазоні 0,782–0,832, з мінімальними значеннями у сахарозних зразках і максимальними — у системах із інуліном та стевією; при цьому a_w усіх зразків залишалася нижчою за критичні рівні для розвитку більшості мікроорганізмів, що свідчить про їх потенційну мікробіологічну стабільність.
5. Результати розрахунку енергетичної цінності показали, що варіювання підсолоджувальної системи та співвідношення обліпихово-айвового пюре дозволяє тонко регулювати калорійність мармеладу в межах 206–211 ккал/100 г без різких коливань показника між дослідними варіантами, що свідчить про збалансованість рецептур і технологічну керованість процесу формування енергетичної цінності продукту.

6. Результати розрахунку глікемічного індексу показали, що заміна традиційної сахарози інуліном, еритритолом і стевією забезпечує зниження ГІ мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре з 54 до 34–35, що дозволяє класифікувати розроблені зразки як продукти з низьким або помірним глікемічним індексом та підтверджує ефективність обраних рецептурних підходів.

.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Класична технологія виробництва мармеладу на фруктовій основі

Класична технологія виробництва мармеладу в промислових умовах ґрунтується на використанні фруктово-ягідної сировини, сахарози та драглеутворювачів, переважно високометоксильного пектину або агар-агару, з формуванням гелевої структури за рахунок поєднання високої концентрації цукрів та кислотного середовища. Технологічний процес, як правило, починається з підготовки плодово-ягідної сировини, яка може надходити у вигляді свіжих плодів, пюре або концентратів. У разі використання свіжої сировини її піддають сортуванню, миттю та подрібненню з подальшим бланшуванням при температурі 85...95 °С для інактивації ферментів та підвищення виходу пюре.

Отриману плодову масу протирають на протирочних машинах із відділенням кісточок, шкірки та грубих волокон, після чого змішують із цукровим сиропом, приготованим шляхом розчинення сахарози у воді з нагріванням до повного розчинення кристалів. У традиційній технології частка сахарози є високою і забезпечує не лише солодкий смак, але й необхідний осмотичний тиск, що є ключовим чинником гелеутворення високометоксильного пектину. Пектин, як правило, попередньо змішують із частиною цукру та вводять у гарячу фруктово-цукрову масу за температури 70...80 °С з інтенсивним перемішуванням для запобігання агрегації.

Уварювання мармеладної маси здійснюють у відкритих варильних котлах або у вакуум-апаратах до досягнення масової частки сухих речовин, зазвичай не нижче 78...82 %. Висока концентрація сухих речовин є визначальною умовою для формування стабільної гелевої структури та забезпечення необхідної консистенції готового виробу. Наприкінці уварювання проводять коригування кислотності шляхом внесення органічних кислот, найчастіше лимонної, до досягнення активної

кислотності у межах рН 3,0...3,3, що відповідає оптимальним умовам желювання пектинових систем.

Після досягнення заданих фізико-хімічних показників мармеладну масу подають на формування. У класичній технології найпоширенішим способом є відливання у крохмальні форми, де відбувається швидке охолодження та гелеутворення. Формування структури триває від 30 хв до кількох годин залежно від виду драглеутворювача, маси виробів і температурних умов. Після завершення структуроутворення вироби виймають із форм, за необхідності обсипають цукром або піддають поверхневому підсушуванню.

Завершальними стадіями класичної технології є стабілізація структури та пакування готового мармеладу. Вироби витримують за температури 18...22 °С і відносної вологості повітря 60...75 % для вирівнювання вологості та завершення гелеутворювальних процесів. Пакування здійснюють у паперову, картонну або полімерну тару залежно від виду продукції та вимог до терміну зберігання. Класична технологія мармеладу є добре відпрацьованою та широко впровадженою у промисловості, однак характеризується високим вмістом цукрів і, відповідно, підвищеною енергетичною цінністю готового продукту, що зумовлює актуальність розроблення альтернативних технологічних рішень зі зниженим глікемічним навантаженням [61].

4.2 Розроблена технологія виробництва мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре

Технологічний процес виробництва мармеладу на основі обліпихи та айви в промислових умовах здійснюється за повним циклом перероблення плодової сировини та адаптований до використання різних підсолоджувальних систем (S1 – S4). Процес розпочинається з приймання плодів обліпихи та айви, які оцінюють за показниками стиглості, цілісності, відсутності мікробіологічного псування та механічних пошкоджень (рис. 4.1). До перероблення плоди зберігають за температури 0...4 °С, при цьому термін зберігання обліпихи не перевищує 3...5 діб,

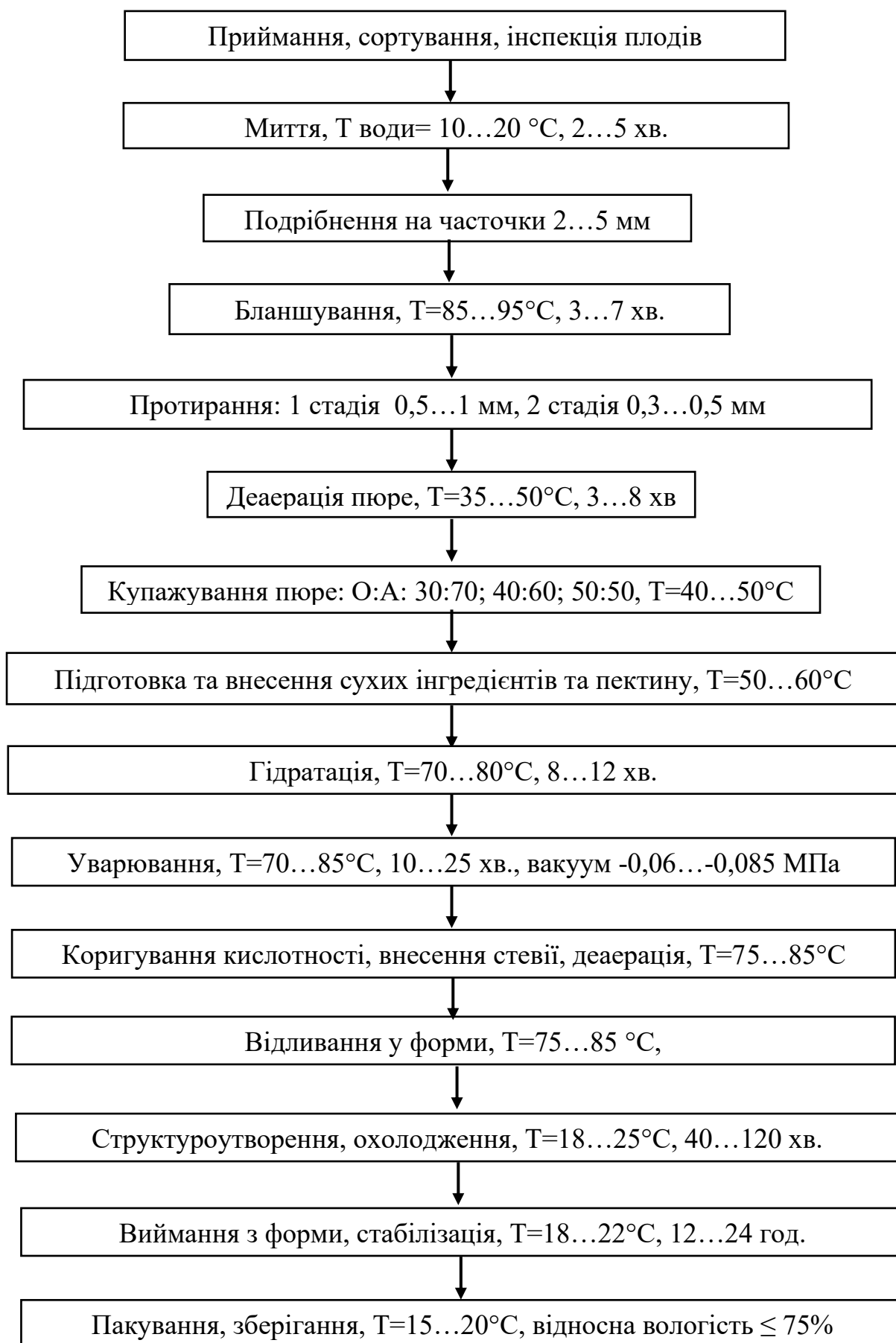


Рис. 4.1. Принципова технологічна схема виробництва мармеладу.

а айви – 7...10 діб, що дозволяє зберегти їх природний кислотно-пектиновий потенціал. Після сортування та інспекції плоди піддають миттю у проточній воді температурою 10...20 °С з подальшим стіканням вологи. Очищену сировину подрібнюють до стану м'язги з розміром часток 2...5 мм, після чого проводять теплову обробку шляхом бланшування при температурі 85...95 °С протягом 3...7 хв. Застосування цього етапу забезпечує інактивацію окиснювальних ферментів, пом'якшення тканин плодів, стабілізацію кольору та підвищення виходу пюре.

Бланшовану мезгу протирають на протирочних машинах у два етапи: спочатку через сита з діаметром отворів 0,5...1,0 мм з відділенням насіння, шкірки та грубих волокон, далі з діаметрами отворів 0,5...0,3 мм. Отримане пюре за необхідності піддають деаерації при вакуумі $-0,06...-0,08$ МПа протягом 3...8 хв за температури 35...50 °С, що сприяє зниженню вмісту розчиненого повітря, підвищенню стабільності кольору та збереженню аромату. У разі проміжного зберігання пюре пастеризують при 85...90 °С протягом 30...60 с із подальшим охолодженням.

На наступному етапі здійснюють купажування пюре обліпихи та айви у співвідношеннях 30:70, 40:60 або 50:50 залежно від рецептури. Змішування проводять за температури 40...55 °С до досягнення повної однорідності маси. Паралельно готують підсолоджувальну систему відповідно до варіантів S1 – S4, при цьому сухі компоненти попередньо змішують для забезпечення рівномірного розподілу у мармеладній масі. Пектин NH обов'язково попередньо диспергують із частиною цукру або інуліну у співвідношенні 1:5 – 1:10 з метою запобігання утворенню грудок.

Підсолоджувальні компоненти частково вносять у купажовану плодovu пюреподібну масу за температури 50...60 °С з інтенсивним перемішуванням. Після цього при температурі 70...80 °С здійснюють введення пектину NH, забезпечуючи його повну гідратацію протягом 8...12 хв. Уварювання мармеладної маси проводять до досягнення масової частки сухих речовин 76,3...81,2 %, що відповідає встановленим експериментальним даним. У промислових умовах доцільним є використання вакуум-апаратів за температури 70...85 °С та вакууму

– 0,06...–0,085 МПа, що дозволяє зменшити термічне навантаження на продукт, особливо у рецептурах з інуліном.

Після уварювання здійснюють коригування кислотності шляхом внесення водного розчину лимонної кислоти до досягнення активної кислотності рН 3,09...3,36 та титрованої кислотності 1,05...1,24 % у перерахунку на яблучну кислоту, що є оптимальним для гелеутворення високометоксильного пектину. У рецептурах S4 стевію вводять на завершальному етапі за температури не вище 75...80 °С з метою мінімізації гіркого післясмаку та збереження смако-ароматичних характеристик. Перед формуванням мармеладну масу за потреби піддають короткочасній деаерації.

Гарячу мармеладну масу температурою 75...85 °С відливають у форми за допомогою депозитора. Структуроутворення відбувається під час охолодження при температурі 18...25 °С і відносній вологості повітря 45...60 % протягом 40...120 хв залежно від рецептури та маси виробів. Після виймання з форм мармелад піддають стабілізації протягом 12...24 год за температури 18...22 °С для завершення формування гелевої структури та вирівнювання вологості.

Готовий мармелад пакують у герметичну споживчу тару та зберігають при температурі 15...20 °С і відносній вологості повітря не вище 75 %.

Запропонована технологія забезпечує стабільну якість готового продукту, керовані фізико-хімічні та структурно-механічні властивості, а також придатність до промислового масштабування для виробництва функціонального мармеладу зі зниженою енергетичною цінністю та глікемічним індексом.

Висновок до розділу 4

Порівняння класичної та удосконаленої технологій виробництва мармеладу свідчить про принципові відмінності у формуванні гелевої структури, нутрітивного профілю та споживчих властивостей готового продукту. Класична технологія базується на високій частці сахарози як основного структуро- і смакоутворювального компонента та передбачає уварювання мармеладної маси до

високої концентрації сухих речовин (понад 78...82 %), що забезпечує стабільність гелю високометоксильного пектину, але супроводжується підвищеною енергетичною цінністю та глікемічним навантаженням. Натомість удосконалена технологія, розроблена в межах даної роботи, передбачає часткову заміну сахарози інуліном, еритритолом і стевією при збереженні оптимального кислотного режиму (рН 3,09...3,36) та контрольованої масової частки сухих речовин (76,3...81,2 %), що дозволяє формувати стабільну гелеву структуру без погіршення структурно-механічних показників. Важливою відмінністю удосконаленої технології є зниження енергетичної цінності мармеладу до 206...211 ккал/100 г та глікемічного індексу до 34...42, що принципово розширює функціональне призначення продукту. Крім того, використання комбінованої плодової основи з обліпихи та айви та вакуумного уварювання забезпечує кращу збереженість природних смако-ароматичних і біологічно активних компонентів порівняно з класичними підходами. Таким чином, удосконалена технологія є науково та технологічно обґрунтованою альтернативою традиційній, орієнтованою на сучасні вимоги до функціональних кондитерських виробів.

РОЗДІЛ 5

SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МАРМЕЛАДУ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЛІПИХОВО- АЙВОВОГО ПОРЕ

SWOT-аналіз є ефективним інструментом комплексної оцінки перспектив запровадження нових харчових технологій, оскільки дозволяє систематизувати внутрішні технологічні переваги та обмеження розробки, а також зовнішні ринкові можливості й потенційні загрози.

Для технології виробництва мармеладу на основі обліпихово-айвового поре проведення SWOT-аналізу є доцільним у зв'язку з використанням комбінованих підсолоджувальних систем, орієнтацією на зниження енергетичної цінності та глікемічного індексу, а також позиціонуванням продукту як функціонального.

У таблиці 5.1 наведено результати аналізу сильних і слабких сторін розробленої технології на основі експериментально встановлених фізико-хімічних, структурно-механічних, органолептичних та нутритивних показників, що дозволяє обґрунтувати доцільність її подальшого промислового впровадження та визначити напрями оптимізації.

Таблиця 5.1

Аналіз сильних та слабких сторін розробленої технології виробництва мармеладу на основі обліпихово-айвового поре

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
S1. Керований кислотно-гелеутворювальний режим. Активна кислотність у всіх зразках знаходиться в оптимальному для NH-пектину діапазоні рН 3,09...3,36, титрована кислотність – 1,05...1,24 %, що забезпечує стабільне гелеутворення незалежно від підсолоджувальної системи.	W1. Підвищена чутливість процесу до дозування органічних кислот. Незначні відхилення у внесенні лимонної кислоти ($\pm 0,2-0,3$ г/кг) можуть призводити до надмірної жорсткості або ослаблення гелевої структури.
S2. Керовані структурно-механічні властивості. Міцність гелю змінюється у	W2. Зниження міцності гелю при максимальній заміні сахарози. У

межах 4,8...6,8 Н, деформація при стисканні – 22,4...31,0 %, що дозволяє цілеспрямовано формувати текстуру від щільної (S1) до більш пластичної (S2–S4).	системі S4 міцність гелю зменшується до 4,8...5,1 Н, що може вимагати корекції вмісту пектину або режимів уварювання при промисловому масштабуванні.
S3. Високі органолептичні показники у більшості варіантів. Загальна дегустаційна оцінка становить 4,28...4,60 бали, з максимальними значеннями для зразків зі співвідношенням О:А = 40:60 (S1–S3).	W3. Нижча органолептична оцінка зразків зі стевією. Система S4 має мінімальні середні бали (4,28...4,44), що пов'язано зі специфічним післясмаком стевії.
S4. Знижена енергетична цінність продукту. Калорійність мармеладу становить лише 206...211 ккал/100 г, що на 15...25 % нижче порівняно з традиційними мармеладними виробами.	W4. Обмежена варіабельність енергетичної цінності. Різниця між мінімальним і максимальним значеннями складає лише ≈ 5 ккал/100 г, що звужує можливості широкої диференціації продукту за калорійністю.
S5. Суттєве зниження глікемічного індексу. ГІ мармеладу зменшується з 53...54 (S1) до 34...35 (S4), що дозволяє позиціювати продукт як такий, що має низьке глікемічне навантаження.	W5. Відсутність експериментального визначення ГІ in vivo. Глікемічний індекс визначено розрахунковим методом, що може потребувати підтвердження клінічними дослідженнями при комерціалізації.
S6. Гнучкість рецептурного дизайну. Заміна сахарози інуліном або еритритолом дозволяє формувати три цільові групи продуктів: традиційний (S1), компромісний (S2–S3) і функціональний (S4).	W6. Ускладнення рецептури при використанні комбінованих підсолоджувачів. Системи S2–S4 потребують точнішого контролю співвідношення компонентів порівняно з класичною сахарозною рецептурою.
S7. Використання натуральної плодової сировини. Частка плодової основи становить 50...70 %, що забезпечує природний колір, аромат і підвищену харчову цінність продукту.	W7. Варіабельність властивостей плодової сировини. Коливання хімічного складу обліпихи й айви (цукри, кислоти, пектини) залежно від сорту та сезону може впливати на відтворюваність результатів.

Проведений аналіз сильних і слабких сторін свідчить, що розроблена технологія мармеладу характеризується високою технологічною керованістю ключових показників якості, зокрема кислотно-гелеутворювального режиму, структурно-механічних властивостей та нутритивного профілю. Водночас

встановлені обмеження пов'язані переважно з ускладненням рецептурного складу при використанні комбінованих підсолоджувальних систем та необхідністю точного дотримання режимів дозування й уварювання. Таким чином, внутрішні слабкі сторони технології не мають критичного характеру і можуть бути нівельовані шляхом оптимізації рецептури та технологічних параметрів на етапі масштабування.

З урахуванням виявлених внутрішніх характеристик розробленої технології доцільним є аналіз зовнішніх чинників, що визначають можливості її промислового впровадження та потенційні загрози в умовах сучасного ринку харчових продуктів (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Аналіз сприятливих можливостей та загроз впровадження технології виробництва мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре

Сприятливі можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
O1. Зростання попиту на продукти зі зниженим глікемічним індексом. Отримані значення ГІ 34...42 дозволяють позиціювати мармелад як функціональний продукт для споживачів, що контролюють вуглеводне навантаження.	T1. Посилення вимог до маркування функціональних продуктів. Декларування зниженого ГІ може потребувати додаткового експериментального підтвердження та регуляторних погоджень.
O2. Орієнтація на ринок продуктів зі зниженою енергетичною цінністю. Калорійність 206...211 ккал/100 г відповідає сучасним тенденціям «better-for-you» кондитерських виробів.	T2. Конкуренція з імпортними низькокалорійними кондитерськими виробами, що вже мають усталене позиціонування та маркетингову підтримку.
O3. Використання локальної рослинної сировини. Обліпиха та айва є доступними для регіонального виробництва, що знижує логістичні витрати та підвищує привабливість продукту з позиції сталого розвитку.	T3. Сезонна варіабельність плодової сировини, що може впливати на стабільність кислотності, кольору та гелеутворення без додаткової стандартизації.
O4. Можливість диференціації продукту за цільовими сегментами. Рецептури S1 – S4 дозволяють формувати лінійку: традиційний, компромісний та функціональний мармелад.	T4. Обмежена сенсорна прийнятність зразків зі стевією для масового споживача без корекції смако-ароматичного профілю.

О5. Потенціал розширення асортименту. Технологія може бути адаптована для інших плодкових комбінацій та типів функціональних підсолоджувачів.	Т5. Коливання вартості інуліну та еритритолу, що може впливати на собівартість готової продукції.
Об. Актуальність для сегменту HoReCa та крафтового виробництва, де високо цінуються натуральність та функціональні властивості продуктів.	Т6. Технологічні ризики при масштабуванні, зокрема необхідність адаптації режимів уварювання та охолодження для промислових ліній.

Поєднання внутрішніх сильних сторін розробленої технології (керований кислотно-гелеутворювальний режим, стабільні структурно-механічні властивості, знижені енергетична цінність і глікемічний індекс) із зовнішніми ринковими можливостями створює передумови для формування різних стратегій впровадження продукту залежно від цільового сегмента. Водночас виявлені слабкі сторони, зокрема сенсорна специфічність рецептур зі стевією та підвищені вимоги до технологічної точності, потребують компенсаторних стратегій при масштабуванні та комерціалізації.

Це зумовлює доцільність розроблення матриці SWOT-стратегій як інструменту практичної реалізації отриманих результатів (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Матриця SWOT-стратегій впровадження технології виробництва мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре

	Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
Можливості (O)	SO – стратегії розвитку <ul style="list-style-type: none"> • Використати поєднання зниженої енергетичної цінності (206...211 ккал/100 г) та низького глікемічного індексу (34...42) (S4, S5) для позиціонування мармеладу у сегменті функціональних і «better-for-you» кондитерських виробів (O1, O2). • Застосувати стабільні фізико-хімічні параметри (рН 3,09...3,36; ТК 1,05...1,24 %) та 	WO – стратегії розвитку з компенсацією слабких сторін <ul style="list-style-type: none"> • Компенсувати нижчу органолептичну оцінку зразків зі стевією (4,28...4,44 бали; W3) шляхом корекції смако-ароматичного профілю та оптимізації співвідношення обліпихи й айви (O5). • Нівелювати технологічну чутливість комбінованих підсолоджувальних систем (W1, W2) через стандартизацію

	<p>керовані текстурні характеристики (4,8...6,8 Н; 22,4...31,0 %) (S1, S2) для розширення асортименту фруктово-желейних виробів (O5).</p> <ul style="list-style-type: none"> Використати натуральну плодovu сировинну основу (50...70 % пюре) та clean-label підхід (S7) для виходу на сегмент NoReCa й крафтового виробництва (O3, O6). 	<p>режимів уварювання та дозування (O4).</p> <ul style="list-style-type: none"> Зменшити вплив варіабельності плодової сировини (W7) шляхом сезонної стандартизації рецептур (O3).
Загрози (Т)	<p>ST – стратегії захисту з опорою на сильні сторони</p> <ul style="list-style-type: none"> Протидіяти конкуренції з традиційними висококалорійними мармеладми за рахунок доведених переваг за ГІ та ккал (S4, S5; T2). Використати високі органолептичні оцінки систем S1–S3 (до 4,60 бали) (S3) у дегустаційних і комунікаційних стратегіях для розширення споживчої бази (T4). Акцентувати на використанні локальної сировини та натуральних інгредієнтів (S7) для зниження регуляторних і маркетингових ризиків (T1, T3). 	<p>WT – стратегії мінімізації ризиків</p> <ul style="list-style-type: none"> Обмежити ризики негативного сприйняття стевії (W3, T4) шляхом позиціювання S4 як спеціалізованого функціонального продукту. Зменшити технологічні ризики масштабування (W2, W6; T6) через впровадження детальних технологічних карт і контрольних точок процесу. Знизити вплив цінових коливань інуліну та еритритолу (W6; T5) шляхом диверсифікації постачальників.

Результати проведеного SWOT-аналізу свідчать про високий прикладний потенціал розробленої технології виробництва мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре та можливість її адаптації до різних сегментів харчового ринку. Установлені сильні сторони технології, зокрема керований кислотно-гелеутворювальний режим (рН 3,09...3,36), стабільні структурно-механічні властивості (міцність гелю 4,8...6,8 Н; деформація 22,4...31,0 %), а також знижені енергетична цінність (206...211 ккал/100 г) і глікемічний індекс (34...42), створюють передумови для практичного використання розроблених рецептур у

виробництві фруктових-желейних кондитерських виробів функціонального призначення.

З огляду на зовнішні ринкові можливості, технологія може бути реалізована у вигляді продуктової лінійки, диференційованої за цільовим призначенням: традиційні мармелади (S1) – для масового споживчого сегмента; компромісні рецептури зі зниженим глікемічним навантаженням (S2 – S3) – для споживачів, орієнтованих на контроль вуглеводного балансу; спеціалізовані функціональні варіанти (S4) – для осіб із потребою у зниженому глікемічному індексі раціону. При цьому рецептури S4 доцільно позиціювати як нішевий продукт, що потребує подальшої оптимізації смако-ароматичного профілю з метою підвищення сенсорної привабливості.

Перспективи впровадження технології пов'язані з можливістю масштабування виробництва за умови стандартизації технологічних режимів уварювання, дозування підсолоджувачів і коригування складу залежно від варіабельності плодової сировини. Додатковим напрямом розвитку є розширення асортименту за рахунок використання інших плодових комбінацій, а також адаптація технології для сегменту NoReCa та крафтового виробництва, де особливо цінуються натуральність, функціональні властивості та локальне походження сировини.

Висновки до розділу 5

1. Проведений SWOT-аналіз показав, що розроблена технологія виробництва мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре характеризується високим рівнем внутрішньої технологічної стійкості та конкурентоспроможності, що зумовлено керованістю процесу гелеутворення, адаптивністю рецептурного складу та відповідністю сучасним вимогам до функціональних кондитерських виробів.
2. Виявлені слабкі сторони мають переважно технологічний і сенсорний характер та можуть бути нівельовані шляхом оптимізації рецептури, стандартизації режимів і коригування смако-ароматичного профілю.

3. Зовнішні можливості, пов'язані зі зростанням попиту на продукти зі зниженим глікемічним навантаженням і використанням натуральної рослинної сировини, створюють сприятливі умови для промислового впровадження розробки, тоді як ідентифіковані загрози не мають критичного характеру за умови реалізації запропонованих SWOT-стратегій.
4. Загалом результати SWOT-аналізу підтверджують доцільність подальшого розвитку та практичного впровадження удосконаленої технології мармеладу в умовах кондитерського виробництва.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Нормативно-правова база з охорони праці при виробництві мармеладу

Забезпечення належних умов охорони праці на підприємствах кондитерської промисловості є обов'язковою складовою технологічного процесу та передумовою безпечного й стабільного виробництва харчової продукції. Виробництво мармеладу пов'язане з використанням теплового обладнання, варильних апаратів, вакуумних систем, електромеханічних машин, а також із впливом підвищених температур, пари, вологи та електричного струму, що зумовлює необхідність чіткого дотримання вимог законодавства у сфері охорони праці, пожежної безпеки та безпечності харчових продуктів. Нормативно-правова база України (табл. 6.1) визначає загальні принципи, права та обов'язки роботодавців і працівників, а також конкретні вимоги до організації безпечних умов праці на харчових підприємствах.

Таблиця 6.1

Аналіз нормативно-правових документів з охорони праці при виробництві мармеладу

№	Нормативно-правовий документ	Ключові положення документа	Значення для виробництва мармеладу
1	Конституція України (1996), [62]	Закріплює право кожного громадянина на безпечні та здорові умови праці, соціальний захист і охорону здоров'я	Є основою для формування державної політики у сфері охорони праці та гарантує правовий захист працівників кондитерських підприємств

2	Закон України «Про охорону праці» (1994), [63]	Визначає обов'язки роботодавця щодо створення безпечних умов праці, проведення інструктажів, навчання та медичних оглядів	Регламентує організацію охорони праці на виробництві мармеладу, зокрема при роботі з варильним, вакуумним та електромеханічним обладнанням
3	Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» (чинна редакція від 08.05.2025), [64]	Встановлює систему соціального страхування від нещасних випадків і професійних захворювань	Забезпечує соціальний захист працівників у разі травмування або виникнення професійних ризиків на кондитерському виробництві
4	Наказ МВС України №1417 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» (чинна редакція від 14.08.2024), [65]	Містить вимоги щодо запобігання пожежам, утримання приміщень, експлуатації електрообладнання та дій у разі пожежі	Є критично важливим для виробництва мармеладу, де застосовуються нагрівальні елементи, електрообладнання та горючі матеріали
5	Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» №771/97-ВР (чинний від 18.01.2025), [66]	Регламентує гігієнічні вимоги, безпечність виробничого середовища та відповідальність операторів ринку	Забезпечує взаємозв'язок між охороною праці та безпечністю мармеладу, зокрема щодо санітарних умов, чистоти обладнання та персоналу

Аналіз нормативно-правової бази показав, що охорона праці при виробництві мармеладу в Україні регламентується комплексом взаємопов'язаних законодавчих і підзаконних актів, які охоплюють правові, соціальні, пожежно-технічні та санітарно-гігієнічні аспекти виробничої діяльності. Дотримання вимог зазначених документів забезпечує не лише безпеку працівників, а й стабільність технологічного процесу та відповідність готової продукції вимогам якості й безпечності.

6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень

Територія підприємства з виробництва мармеладу та розміщені на ній споруди й приміщення повинні бути спроектовані, облаштовані та експлуатовані таким чином, щоб мінімізувати ризики контамінації харчової продукції та забезпечити належний рівень безпечності на всіх етапах технологічного процесу. Відповідно до принципів НАССР, вимоги до інфраструктури підприємства розглядаються як складова програм-передумов, що створюють базові умови для ефективного функціонування системи управління безпечністю харчових продуктів.

Територія підприємства повинна бути чітко зонована з урахуванням виробничих, допоміжних і санітарно-побутових об'єктів. Планування території має забезпечувати логічну та односторонню схему руху сировини, напівфабрикатів, готової продукції, персоналу та відходів без перехрещення потоків, що знижує ризик мікробіологічного та фізичного забруднення. Покриття території повинно бути твердим, рівним, водонепроникним і придатним до очищення, з організованою системою водовідведення для запобігання застою води та утворенню осередків забруднення [67].

Будівлі та споруди підприємства мають бути розміщені з урахуванням санітарно-захисних зон і віддаленості від потенційних джерел забруднення, таких як сміттєзвалища, транспортні магістралі з інтенсивним рухом або промислові об'єкти з підвищеним рівнем викидів. Конструктивні рішення будівель повинні виключати можливість проникнення гризунів, комах та інших шкідників, а також забезпечувати ефективний контроль доступу на територію.

Виробничі приміщення мають бути спроектовані відповідно до послідовності технологічного процесу виробництва мармеладу – від приймання плодової сировини до пакування готової продукції. Таке планування дозволяє реалізувати принцип запобігання небезпечним чинникам на ранніх стадіях і відповідає превентивному підходу НАССР. Площі приміщень повинні бути достатніми для

розміщення обладнання, безпечного виконання виробничих операцій і санітарного обслуговування.

Матеріали для підлоги, стін і стель у виробничих зонах мають бути гладкими, неадсорбувальними, стійкими до вологи, мийних і дезінфекційних засобів, а також такими, що легко очищуються. Підлога повинна мати ухил до трапів для відведення стічних вод, що є важливим елементом контролю санітарного стану та запобігання вторинному забрудненню. Стіни й стелі повинні бути світлого кольору для полегшення візуального контролю чистоти та технічного стану поверхонь [66].

Освітлення у виробничих і допоміжних приміщеннях має забезпечувати достатню інтенсивність світла для безпечного виконання технологічних операцій і контролю якості, при цьому світильники повинні бути захищені від руйнування та потрапляння сторонніх предметів у продукцію. Системи вентиляції та кондиціонування повинні гарантувати належний мікроклімат, запобігати накопиченню пари, запахів і конденсату, а також виключати перенесення забруднень між різними зонами виробництва [66].

Санітарно-побутові приміщення для персоналу необхідно розташовувати поза виробничими зонами з організованим розділенням чистих і брудних потоків. Вони повинні бути оснащені умивальниками з підведенням гарячої та холодної води, засобами для миття й дезінфекції рук, а також системами для збору відходів. Така організація є важливою умовою дотримання гігієнічних вимог персоналом і зниження ризиків мікробіологічного забруднення мармеладу.

Отже, вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень, сформовані відповідно до принципів НАССР, забезпечують створення контрольованого виробничого середовища, у якому потенційні небезпечні чинники ідентифікуються та мінімізуються ще до початку технологічного процесу.

6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Виробництво мармеладу належить до харчових технологічних процесів, у яких поєднуються механічні, теплові, електротехнічні та санітарно-гігієнічні

чинники, що можуть становити потенційну небезпеку для здоров'я та безпеки персоналу.

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів є обов'язковим елементом системи управління охороною праці та складовою програм-передумов НАССР, оскільки дозволяє своєчасно ідентифікувати ризики, пов'язані з умовами праці, та визначити заходи щодо їх мінімізації.

З огляду на використання високих температур, варильного й вакуумного обладнання, електромеханічних машин і вологого середовища, оцінювання виробничих факторів на підприємстві з виробництва мармеладу має принципове значення для запобігання травматизму та професійним захворюванням.

Основні небезпечні та шкідливі фактори при виробництві мармеладу представлені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виробництві мармеладу

№	Виробничий фактор	Характеристика фактора	Потенційний вплив на працівників	Заходи зниження ризику
1	Підвищена температура поверхонь і пари	Варильні котли, трубопроводи, парові сорочки	Опіки, перегрів, теплове навантаження	Теплоізоляція обладнання, захисні екрани, спецодяг
2	Рухомі частини машин і механізмів	Подрібнювачі, протирочні машини, мішалки	Травмування рук, защемлення	Захисні кожухи, блокування, інструктаж
3	Електричний струм	Електроприводи, нагрівальні елементи	Ураження електричним струмом	Заземлення, справна ізоляція, регулярний контроль
4	Підвищена вологість повітря	Миття сировини, уварювання, конденсат	Простудні захворювання, слизькі поверхні	Вентиляція, неслизьке покриття підлоги
5	Підвищений рівень шуму	Робота механічного обладнання	Втома, зниження концентрації уваги	Технічне обслуговування, шумопоглинання

6	Хімічні фактори	Мийні та дезінфекційні засоби	Подразнення шкіри та слизових	Засоби індивідуального захисту, регламенти
7	Фізичне навантаження	Ручне переміщення сировини і тари	Перевтома, захворювання опорно-рухового апарату	Механізація, раціональна організація праці
8	Пожежонебезпека	Нагрівальні елементи, електрообладнання	Пожежі, загроза життю	Дотримання ППБУ, пожежна сигналізація
9	Санітарно-біологічні чинники	Контакт з плодовою сировиною та відходами	Алергічні реакції, мікробіологічні ризики	Санітарні режими, гігієна персоналу

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів показав, що основні ризики при виробництві мармеладу пов'язані з впливом високих температур, рухомих частин обладнання, електричного струму та несприятливих мікрокліматичних умов.

Більшість виявлених факторів мають керований характер і можуть бути ефективно мінімізовані шляхом застосування інженерних засобів захисту, організаційних заходів та використання засобів індивідуального захисту.

Систематичне врахування зазначених факторів у межах системи охорони праці та НАССР сприяє створенню безпечних умов праці, зниженню виробничого травматизму та забезпеченню стабільності технологічного процесу виробництва мармеладу.

6.4 Заходи, щодо оптимізації умов праці

Оптимізація умов праці на підприємствах з виробництва мармеладу спрямована на зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, підвищення рівня безпеки персоналу та створення комфортного виробничого середовища. Реалізація відповідних заходів повинна мати комплексний характер і

поєднувати інженерно-технічні, організаційні, санітарно-гігієнічні та психофізіологічні рішення, що відповідають чинному законодавству України та принципам системи НАССР.

Інженерно-технічні заходи передбачають модернізацію та раціональне розміщення технологічного обладнання з урахуванням послідовності виробничих операцій і безпечних відстаней між робочими зонами. Варильні котли, трубопроводи та інші елементи з підвищеною температурою повинні бути оснащені теплоізоляцією та захисними екранами для запобігання опікам. Рухомі частини машин необхідно закривати захисними кожухами з блокувальними пристроями, що унеможливають їх роботу при відкритті огорожень. Електрообладнання має відповідати вимогам електробезпеки, бути заземленим і регулярно проходити технічний огляд.

Санітарно-гігієнічні заходи спрямовані на забезпечення оптимального мікроклімату у виробничих приміщеннях. Для цього необхідно організувати ефективну систему вентиляції та повітрообміну, що запобігає накопиченню пари, конденсату та підвищеної вологості. Підлоги у виробничих зонах повинні мати неслизьке покриття та ухил до трапів для відведення води, що знижує ризик падінь і травмування. Регулярне проведення санітарної обробки приміщень і обладнання із застосуванням дозволених мийних і дезінфекційних засобів сприяє зменшенню хімічних та біологічних ризиків.

Організаційні заходи включають розроблення та впровадження інструкцій з охорони праці для всіх категорій працівників, проведення первинних, повторних і позапланових інструктажів, а також систематичне навчання персоналу правилам безпечної роботи з обладнанням.

Раціоналізація режимів праці та відпочинку, чергування видів діяльності та механізація ручних операцій сприяють зниженню фізичного навантаження та втоми працівників.

Особливу увагу слід приділяти контролю доступу до небезпечних зон та організації чіткої системи маркування виробничих приміщень.

6.5 Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) є невід’ємним елементом системи охорони праці на підприємствах харчової промисловості та застосовуються з метою зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працівників.

У виробництві мармеладу використання ЗІЗ набуває особливого значення у зв’язку з роботою при підвищених температурах, контактом з гарячими поверхнями, рухомими частинами обладнання, мийними та дезінфекційними засобами, а також необхідністю дотримання високих санітарно-гігієнічних вимог.

Застосування ЗІЗ розглядається як додатковий, але обов’язковий захід захисту персоналу, що доповнює інженерні та організаційні методи управління ризиками відповідно до принципів НАССР.

Основні ЗІЗ при виробництві мармеладу та їх характеристика наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

Засоби індивідуального захисту при виробництві мармеладу

№	Засіб індивідуального захисту	Виробничі фактори, від яких захищає	Категорія працівників
1	Спеціальний санітарний одяг (халат, куртка, фартух)	Забруднення, біологічні чинники, контакт із сировиною	Усі працівники виробничих зон
2	Спеціальне взуття з неслизькою підошвою	Слизькі підлоги, падіння, механічні травми	Оператори, підсобні працівники
3	Термостійкі рукавиці	Гарячі поверхні, пар, опіки	Працівники варильних і формувальних ділянок
4	Захисні рукавички (гумові, нітрилові)	Мийні та дезінфекційні засоби, хімічні фактори	Персонал санітарної обробки
5	Захисні окуляри або щитки	Бризки гарячих мас, хімічні розчини	Працівники варильних та мийних зон
6	Головні убори (ковпаки, шапочки)	Потрапляння волосся у продукт	Усі працівники виробничих приміщень

7	Протипилові маски або респіратори	Пил цукру, сухих інгредієнтів	Працівники дільниць підготовки сировини
8	Беруші або навушники	Підвищений рівень шуму	Працівники біля механічного обладнання

Аналіз засобів індивідуального захисту показує, що їх застосування дозволяє суттєво знизити ризики професійного травматизму та негативного впливу виробничих факторів на здоров'я працівників під час виробництва мармеладу.

Раціональний добір ЗІЗ з урахуванням специфіки технологічних операцій, регулярний контроль їх використання та своєчасна заміна забезпечують ефективний захист персоналу і водночас сприяють дотриманню санітарно-гігієнічних вимог до виробництва харчових продуктів.

6.6 Пожежна безпека та заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях

Забезпечення пожежної безпеки та готовності до дій у надзвичайних ситуаціях є невід'ємною складовою системи охорони праці та безпечного функціонування підприємств харчової промисловості. Виробництво мармеладу супроводжується використанням електронагрівального обладнання, варильних апаратів, вакуумних установок, електромеханічних машин і пакувальних ліній, що створює потенційні джерела займання та пожежної небезпеки. В умовах воєнного стану в Україні питання пожежної безпеки та цивільного захисту набувають особливої актуальності у зв'язку з ризиками ракетних ударів, обстрілів, пошкодження енергетичної інфраструктури та виникнення вторинних надзвичайних ситуацій.

Пожежна безпека на підприємстві з виробництва мармеладу повинна забезпечуватися шляхом реалізації комплексу організаційних, технічних і режимних заходів відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні [65]. Виробничі та складські приміщення необхідно оснащувати первинними засобами

пожежогасіння (вогнегасники відповідних типів, пожежні крани, ящики з піском), автоматичними системами пожежної сигналізації та, за можливості, системами оповіщення про пожежу. Електрообладнання має експлуатуватися у справному стані з обов'язковим заземленням, регулярними перевітками ізоляції та заборонаю використання тимчасових або пошкоджених електромереж.

Особливу увагу слід приділяти дотриманню протипожежного режиму: забороні куріння у виробничих зонах, контролю за використанням нагрівальних приладів, своєчасному прибиранню горючих відходів і забезпеченню вільного доступу до шляхів евакуації. Евакуаційні виходи повинні бути чітко позначені, не захищені обладнанням або тарою та постійно доступні для персоналу. Працівники підприємства мають проходити первинний і повторний інструктажі з пожежної безпеки, а також навчання діям у разі виникнення пожежі.

Заходи цивільного захисту на підприємстві з виробництва мармеладу спрямовані на захист персоналу та матеріальних цінностей у разі виникнення надзвичайних ситуацій природного, техногенного або воєнного характеру. В умовах війни особливе значення має готовність підприємства до дій під час повітряної тривоги, артилерійських або ракетних обстрілів, аварій на об'єктах енергопостачання та водозабезпечення. Для цього на підприємстві повинні бути розроблені та доведені до відома персоналу плани реагування на надзвичайні ситуації, зокрема порядок зупинки технологічного обладнання, відключення електроенергії та організованої евакуації працівників у захисні споруди або укриття.

Важливим елементом цивільного захисту є наявність та доступність укриттів або захисних приміщень, обладнаних мінімальними засобами життєзабезпечення (освітлення, вентиляція, аптечки, запас питної води). У разі неможливості використання власних укриттів персонал має бути поінформований про найближчі офіційно визначені захисні споруди. Працівники повинні бути навчені правилам поведінки під час повітряної тривоги, у тому числі швидкому та безпечному припиненню виробничих операцій і переходу в укриття.

З метою зниження наслідків можливих надзвичайних ситуацій доцільним є створення резервів матеріальних ресурсів, зокрема аварійного освітлення, автономних джерел живлення для критично важливих систем, а також аптечок першої домедичної допомоги. Регулярне проведення тренувань і навчальних евакуацій дозволяє підвищити рівень готовності персоналу до дій в екстремальних умовах та мінімізувати ризики для життя і здоров'я працівників.

В таблиці 6.4 представлені дії персоналу при надзвичайних ситуаціях.

Таблиця 6.4

**Дії персоналу підприємства з виробництва мармеладу при
надзвичайних ситуаціях**

№	Вид надзвичайної ситуації	Потенційна небезпека	Основні дії персоналу
1	Пожежа у виробничому приміщенні	Загроза життю, пошкодження обладнання, поширення вогню	Негайно повідомити відповідальні служби; зупинити обладнання; за можливості використати первинні засоби пожежогасіння; організовано залишити приміщення згідно з планом евакуації
2	Задимлення або коротке замикання	Отруєння продуктами горіння, ураження електричним струмом	Відключити електроживлення; припинити роботу; залишити зону задимлення; повідомити керівника зміни
3	Аварійне відключення електроенергії	Зупинка технологічного процесу, ризик пошкодження обладнання	Безпечно зупинити технологічні операції; відключити нагрівальні елементи; дочекатися інструкцій відповідальної особи
4	Витік гарячої мармеладної маси або пари	Термічні опіки, травмування	Негайно залишити небезпечну зону; повідомити відповідального; надати першу допомогу постраждалим
5	Повітряна тривога (умови війни)	Ризик ураження внаслідок обстрілів	Негайно припинити роботу; зупинити обладнання за інструкцією; організовано перейти до укриття або захисної споруди

6	Артилерійський або ракетний обстріл	Руйнування будівель, травмування персоналу	Перебувати в укритті до офіційного сигналу відбою; не залишати захисне приміщення без дозволу
7	Руйнування або пошкодження будівлі	Обвал конструкцій, пожежа, витік комунікацій	Негайно евакуюватися; не користуватися ліфтами; діяти згідно з вказівками служби цивільного захисту
8	Витік мийних або дезінфекційних засобів	Хімічне ураження, подразнення	Використати ЗІЗ; локалізувати витік; повідомити відповідального; провести санітарну обробку
9	Травмування працівника	Загроза здоров'ю або життю	Надати першу домедичну допомогу; викликати медичну службу; зафіксувати інцидент

Отже, дотримання вимог пожежної безпеки та впровадження заходів цивільного захисту, з урахуванням воєнних загроз, є обов'язковою умовою безпечного функціонування підприємства з виробництва мармеладу.

Висновки до розділу 6

1. Розглянуті заходи пожежної безпеки та цивільного захисту сформовані відповідно до вимог Конституції України, Закону України «Про охорону праці», Правил пожежної безпеки в Україні та законодавства у сфері цивільного захисту населення, що забезпечує їх нормативну обґрунтованість і практичну реалізованість.
2. Виконання встановлених законодавством організаційних, технічних і навчальних заходів, а також регламентування дій персоналу при надзвичайних ситуаціях дозволяє суттєво знизити пожежні та техногенні ризики на підприємствах з виробництва мармеладу.
3. Урахування специфічних загроз воєнного стану, зокрема повітряних тривог, обстрілів і порушень інженерної інфраструктури, відповідає актуальним вимогам системи цивільного захисту України та підвищує рівень безпеки персоналу й стійкість виробничої діяльності.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу сучасних наукових джерел обґрунтовано доцільність комбінування обліпихи та айви у рецептурі мармеладу як способу оптимізації кислотно-пектинового балансу, покращення гелеутворення та підвищення біологічної цінності продукту.
2. Розроблено 12 варіантів рецептур мармеладу з різним співвідношенням обліпихово-айвового пюре та типів підсолоджувальних систем, що дозволяє цілеспрямовано регулювати технологічні, структурні та споживчі властивості готового виробу.
3. Установлено, що фізико-хімічні показники мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре залежать від співвідношення плодових компонентів і типу підсолоджувальної системи. Масова частка сухих речовин становила 76,3...81,2 %, вологість – 18,8...23,7 %, при цьому введення інуліну та стевії підвищувало вологість на 3,4...4,9 в.п. Активна кислотність перебувала в межах рН 3,09...3,36 і знижувалася на 0,21...0,24 зі збільшенням частки обліпихи до 50 %, тоді як титрована кислотність зростала до 1,05...1,24 %. Заміна сахарози інуліном або еритритолом зменшувала вміст редуруючих цукрів на 6,3...10,8 в.п. і загального вмісту цукрів на 18...29 % без порушення гелеутворення; активність води 0,782...0,832 забезпечує потенційну мікробіологічну стабільність продукту.
4. Установлено, що структурно-механічні властивості мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре визначаються типом підсолоджувальної системи та співвідношенням плодових компонентів. Міцність гелю становила 4,8...6,8 Н і зменшувалася зі збільшенням частки обліпихи та заміною сахарози інуліном, що супроводжувалося зростанням деформації при стисканні до 22,4...31,0 %. Введення інуліну підвищувало еластичність до 0,86...0,89 і клейкість до 0,56...0,74 Н·с, забезпечуючи формування більш пластичної та пружно-відновлюваної текстури без порушення стабільності гелю.

5. Органолептична оцінка мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре становила 4,28...4,60 бали та залежала від співвідношення плодових компонентів і типу підсолоджувальної системи. Найвищу споживчу привабливість мали зразки зі співвідношенням обліпихи й айви 40 : 60, що забезпечувало оптимальний баланс кольору, аромату, смаку та консистенції. Встановлено, що підвищення еластичності та помірної клейкості гелевої структури позитивно впливає на сенсорне сприйняття консистенції, що підтверджує доцільність узгодження структурно-механічних і органолептичних показників при розробленні функціонального мармеладу.
6. Установлено, що енергетична цінність мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре становила 206...211 ккал/100 г і залежала від типу підсолоджувальної системи та ступеня заміни традиційних цукрів функціональними інгредієнтами. Найнижчі значення енергетичної цінності зафіксовано у зразках із максимальним вмістом інуліну та/або стевії, що підтверджує можливість зниження калорійності мармеладу без погіршення його якісних характеристик.
7. Установлено, що оптимізація підсолоджувальної системи мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре дозволяє знизити його глікемічний індекс до 34...42 без погіршення якісних характеристик, що підтверджує перспективність розроблених рецептур для створення функціональних кондитерських виробів зі зниженим глікемічним навантаженням.
8. Проведений аналіз технологічних рішень показав, що розроблена удосконалена технологія виробництва мармеладу є системно інтегрованою, відтворюваною та адаптованою до промислових умов переробки плодової сировини. На відміну від класичної, вона забезпечує гнучкість рецептурного дизайну, керованість ключових стадій процесу та можливість варіювання підсолоджувальних систем без порушення стабільності гелеутворення. Використання комбінованої плодової основи та сучасних прийомів уварювання створює передумови для підвищення технологічної

ефективності, розширення асортименту й цільового позиціонування продукції..

9. Проведений SWOT-аналіз показав, що розроблена технологія мармеладу на основі обліпихово-айвового пюре має виражені внутрішні переваги у вигляді технологічної керованості, стабільних текстурних властивостей і зниженого глікемічного потенціалу, а її слабкі сторони носять переважно коригувальний характер і можуть бути усунені на етапі оптимізації рецептури. Поєднання цих факторів із зовнішніми ринковими можливостями дозволяє розглядати технологію як перспективну для промислового впровадження та подальшого розвитку у сегменті функціональних кондитерських виробів.
10. Розглянуті заходи пожежної безпеки та цивільного захисту свідчать про необхідність комплексного підходу до забезпечення безпечних умов праці на підприємствах з виробництва мармеладу, особливо в умовах воєнного стану в Україні. Реалізація організаційних, технічних і навчальних заходів, а також чітке регламентування дій персоналу при надзвичайних ситуаціях дозволяють мінімізувати ризики для життя і здоров'я працівників та зменшити можливі матеріальні втрати. Урахування воєнних загроз, зокрема повітряних тривог, обстрілів і порушень енергопостачання, підвищує рівень готовності підприємства до дій у кризових умовах і забезпечує безперервність та стійкість виробничої діяльності.

Список використаної літератури

1. Granato, D., Barba, F. J., Bursać Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual review of food science and technology*, 11(1), 93-118.
2. Сердюк, М., Бандура, В., Колісниченко, Т., & Сефіханова, К. (2025). Розробка джемів із локальної сировини зі зниженим глікемічним індексом. *Herald of KNHelnitskyi National University. Technical sciences*, 353(3.2), 160-166.
3. Babaoglu Farzaliev, E., & Ökten, S. (2025). Pectin as a functional food ingredient in jelly marmalade. *Natural Product Research*, 1-6.
4. Jaime, L., & Santoyo, S. (2021). The health benefits of the bioactive compounds in foods. *Foods*, 10(2), 325.
5. Wang, Z., Zhao, F., Wei, P., Chai, X., Hou, G., & Meng, Q. (2022). Phytochemistry, health benefits, and food applications of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): A comprehensive review. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1036295.
6. Al-Zughbi, I., & Krayem, M. (2022). Quince fruit *Cydonia oblonga* Mill nutritional composition, antioxidative properties, health benefits and consumers preferences towards some industrial quince products: A review. *Food Chemistry*, 393, 133362.
7. Jelly Candies (Gummies) Market Analysis, Size, and Forecast 2025-2029: North America (US), Europe (Germany, Italy, Russia, Spain, and UK), APAC (China, India, Japan, and South Korea), and Rest of World (ROW) https://www.technavio.com/report/jelly-candies-gummies-market-industry-analysis?utm_source=chatgpt.com
8. Cano-Lamadrid, M., Calín-Sánchez, Á., Clemente-Villalba, J., Hernandez, F., Carbonell-Barrachina, A. A., Sendra, E., & Wojdylo, A. (2020). Quality parameters and consumer acceptance of jelly candies based on pomegranate juice "Mollar de Elche". *Foods*, 9, 516.

9. Jellies And Gummies Market Size & Share Analysis - Growth Trends And Forecast (2025 - 2030). Source: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-jellies-and-gummies-market?utm_source=chatgpt.com
10. Venger, V., Romanovska, N., Romanovska, T., Sheiko, O., & Savchenko, I. (2024). Indicators of the Ukrainian confectionery market. Scientific bulletin of International Association of scientists. Series: Economy, management, security, technologies, 3(3).
11. World Bank. (2024). Ukraine exports of food preparations (HS 200799) in 2024. World Integrated Trade Solution (WITS). <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/UKR/year/2024/tradeflow/Exports/partner/ALL/product/200799>
12. Новікова, І., Забарна, Е., Волкова, О., Федотова, І., & Корольков, В. (2023). Економічні перспективи повоєнного відновлення: виклики та можливості для сталого розвитку в Україні. Фінансово-Кредитна Діяльність, 3 (50), 298.
13. Ковальчук, Х. І., Годя, Е. Р., & Катрук, М. І. (2020). Особливості фальсифікація мармеладу. Програмний комітет, 119.
14. Самохвалова, О. В., Касабова, К. Р., Шидакова-Каменюка, О. Г., Загорулько, О. Є., & Загорулько, А. М. (2023). Оцінка якості мармеладу з додаванням багатокомпонентної плодово-ягідної пасти. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 29(1), 213-220.
15. da Silveira, M. F., Efraim, P., Silva, M. J. V., de Aro, J. D. N., Fadini, A. L., de Castilho Queiroz, G., ... & Queiroz, M. B. (2025). Improving the nutritional profile of jelly candies. Applied Food Research, 101099.
16. Zheng, Y., Sun, K., Sun, X., Li, Y., Xiao, P., & He, C. (2025). Quality differences in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries of major varieties in China based on key components and antioxidant activity. Food Chemistry, 465, 142139.
17. Ciesarová, Z., Murkovic, M., Cejpek, K., Kreps, F., Tobolková, B., Koplík, R., ... & Burčová, Z. (2020). Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review. Food Research International, 133, 109170.

18. Сердюк, М. Є., Бандура, В. М., Олюніна, С. Л., & Колісніченко, Т. О. (2025). Технологічні аспекти виробництва фруктово-ягідного пюре-основи для напоїв підвищеної харчової цінності. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*, 25(2), 254-261.
19. Бандура, В. М., Прісс, О. П., Колісніченко, Т. О., & Сердюк, Д. І. (2025). Розробка рецептури низькокалорійного лимонадного концентрату з використанням натуральних підсолоджувачів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*, 25(1), 85-92.
20. Зарецька, Д., Сердюк, М. Є., Кривонос, І. А., & Бандура, В. М. (2023). Заморожений напівфабрикат з додаванням обліпихи, як сировина для продукту функціонального призначення. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*, 23(1), 199-206.
21. Singh, B., Oberoi, S., & Kaur, A. (2024). Phenolic compounds in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and their health-promoting activities: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(9), 6642-6658.
22. Al-Zughbi, I., & Krayem, M. (2022). Quince fruit *Cydonia oblonga* Mill nutritional composition, antioxidative properties, health benefits and consumers preferences towards some industrial quince products: A review. *Food Chemistry*, 393, 133362.
23. Kavak, Dilek Demirbaker, and Sabiha Ogun. "Use of quince (*Cydonia oblonga* mill.) as artificial coloring and flavoring substitute in functional soft candy (lokum) production." *LWT* 225 (2025): 117831.
24. Kavak, D. D., & Akdeniz, B. (2023). Use of quince peel for the production of cookie enriched with dietary fibre. *AKU Journal of Science and Engineering*, 23(2), 065402.
25. Зарецька Д. К., Сердюк М. Є. (2020). Моделювання рецептури замороженого напівфабриката з підвищеним вмістом аскорбінової кислоти. *Галузеве машинобудування*. 84. С. 3166.
26. Демчук, І.В. & Левківська, Т.М. (2020) Розроблення функціональних продуктів з айви. *Збірник праць за підсумками VIII Міжнародної науково-*

- практичної конференції вчених, аспірантів і студентів (м. Київ, 9–10 квітня 2020 р.). Київ: РВВ НУБіП України, С. 84–86.
27. Шапар, Р. О., & Гусарова, О. В. (2021). Обґрунтування тепловологісних стадійних режимів сушіння пектиновмісної айви. *GRAIL OF SCIENCE*, 11(3), 215-221.
28. Сердюк, М. Є. Зарецька Д.К. (2021). Вплив НВЧ обробки на активність ферментів в айвовому напівфабрикаті. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових виробництв*, 114.
29. Зарецька Д.К., Сердюк, М. Є. (2020). Вплив способів гідротермічної обробки на вміст аскорбінової кислоти в айвовому напівфабрикаті. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових виробництв*, 111.
30. Najman, K., Adrian, S., Sadowska, A., Świąder, K., Hallmann, E., Buczak, K., ... & Szterk, A. (2023). Changes in physicochemical and bioactive properties of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) and its products. *Molecules*, 28(7), 3066.
31. Tarahi, M., TaNHouzi, S., Kianiani, M. R., Ezzati, S., Hedayati, S., & Niakousari, M. (2023). Current innovations in the development of functional gummy candies. *Foods*, 13(1), 76.
32. Kurt, A. , Bursa, K. , & Toker, O. S. (2022). Gummy candies production with natural sugar source: Effect of molasses types and gelatin ratios. *Food Science and Technology International*, 28(2), 118–127.
33. Pattarathitiwat, P. (2020). Physical chemical and sensory properties of low sugar gummy. *Science and Technology RMUTT Journal*, 10(1), 287–291.
34. Pekdogan Goztok, S., Habibzadeh Khiabani, A., Toker, O. S., Palabiyik, I., & Konar, N. (2024). Development of healthier gummy candy by substituting glucose syrup with various fruit juice concentrates. *Food Science & Nutrition*, 12(10), 7864-7876.
35. Tireki, S. , Sumnu, G. , & Sahin, S. (2021). Correlation between physical and sensorial properties of gummy confections with different formulations during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 58(9), 3397–3408.

36. Descallar, F. B. A., Yang, X., Geonzon, L. C., & Matsukawa, S. (2023). Network structure and molecular mechanisms of food gels viewed from macroscopic, microscopic and molecular levels. *Food Science and Technology Research*, 29(3), 171-195.
37. Gallery, C., Agoda-Tandjawa, G., Bekaert, D., & Gitto, L. (2024). Understanding structure/rheology relationships of amidated low-methoxyl citrus and apple pectin gels: Implications of sucrose, pectin types and characteristics. *Food Hydrocolloids*, 152, 109950.
38. Fakhar, H. I., Cavdaroglu, E., Hayat, M. Q., Janjua, H. A., & Oztop, M. H. (2024). Exploring noncentrifugal sugar as a partial replacement for white sugar in low methoxyl pectin confectionery gels: impacts on physical and rheological properties. *ACS Food Science & Technology*, 4(12), 3036-3046.
39. Ghebremedhin, M., Seiffert, S., & Vilgis, T. A. (2021). Physics of agarose fluid gels: Rheological properties and microstructure. *Current Research in Food Science*, 4, 436-448.
40. Liao, Y. C., Chang, C. C., Nagarajan, D., Chen, C. Y., & Chang, J. S. (2021). Algae-derived hydrocolloids in foods: applications and health-related issues. *Bioengineered*, 12(1), 3787-3801.
41. Ma, D., He, C., Zeng, M., Wang, Z., Chen, Q., Chen, J., & He, Z. (2025). Gelatin in 3D Food Printing: Insights into Processing, Protein Composition, and Functional Properties—A Review. *Food Hydrocolloids*, 112289.
42. Wu, C. L., Liao, J. S., Wang, J. M., & Qi, J. R. (2024). Gelation behavior and mechanism of low methoxyl pectin in the presence of erythritol and sucrose: The role of co-solutes. *International Journal of Biological Macromolecules*, 271, 132261.
43. Gan D., Xu M., Chen L., Cui S., Deng C., Qiao Q., Guan R., Zhong F. Intake of Sugar Substitute Gummy Candies Benefits the Glycemic Response in Healthy Adults: A Prospective Crossover Clinical Trial. *Gels*. 2022;8:642.
44. Figueroa, L. E., Hughes, M. H., Tarifa, M. C., Brugnoli, L. I., & Genovese, D. B. (2025). Development and stability of low-sugar, plant-based gummy candies

- prepared via an innovative ionotropic gelation technique. *Food and Humanity*, 100708.
45. Maringka, C. T., Lo, D., & Indrawanto, R. (2024). Sucrose and glucose reduction using fructo-oligosaccharides and xylitol in pectin jelly candy. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 98, p. 06002). EDP Sciences.
46. Maringka, C. T., Putra, A. B. N., & Lo, D. (2024). Development of gummy candy with polydextrose, isomalto-oligosaccharides, fructo-oligosaccharides, and xylitol as sugar replacers. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 35, 100881.
47. Le, H., Wang, X., Wei, Y., Zhao, Y., Zhang, J., & Zhang, L. (2022). Making polyol gummies by 3D printing: effect of polyols on 3D printing characteristics. *Foods*, 11(6), 874.
48. Mariz de Avelar, M.H.; de Castilho Queiroz, G.; Efraim, P. Sustainable performance of cold-set gelation in the confectionery manufacturing and its effects on perception of sensory quality of jelly candies. *Clean. Eng. Technol.* 2020, 1, 100005.
49. Maisont, S., Leebonoi, W., Thonglem, S., & Chokboribal, J. (2025). Development and Characterization of Reduced-Calorie Gelatin-Based Gummy Jellies Containing Osmo-Dehydrated Santols. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 13(1), 372-390.
50. Wan, L., Yang, Z., Cai, R., Pan, S., Liu, F., & Pan, S. (2021). Calcium-induced-gel properties for low methoxyl pectin in the presence of different sugar alcohols. *Food Hydrocolloids*, 112, 106252.
51. ДСТУ 7023:2009 «Айва свіжа. Технічні умови». ДП «УкрНДНЦ», [Чинний від 2012 –01–01]. Київ, 2012. 15 с. (інформація та документація).
52. ДСТУ 8639:2016 «Пюре-напівфабрикати фруктові. Загальні технічні умови». ДП «УкрНДНЦ», [Чинний від 2016 –01–01]. Київ, 2014. 26 с. (інформація та документація).

53. Бужанська, М. В. (2022). Фізико-хімічні властивості гідроколоїдів – перевага їх використання у вегетаріанських стравах. Вісник ЛТЕУ. Технічні науки, (29), 46-52.
54. Mazi, T. A., & Stanhope, K. L. (2023). Erythritol: an in-depth discussion of its potential to be a beneficial dietary component. *Nutrients*, 15(1), 204.
55. Orellana-Paucar, A. M. (2023). Steviol glycosides from *Stevia rebaudiana*: an updated overview of their sweetening activity, pharmacological properties, and safety aspects. *Molecules*, 28(3), 1258.
56. Ferreira, S. M., Capriles, V. D., & Conti-Silva, A. C. (2021). Inulin as an ingredient for improvement of glycemic response and sensory acceptance of breakfast cereals. *Food Hydrocolloids*, 114, 106582.
57. Наказ від 12.05.2010 № 400 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". (ДСанПІН 2.2.4-171-1). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z0452-10?utm_source=chatgpt.com#Text. дата звернення 05.05.2025.
58. ДСТУ 4623:2023 ЦУКОР Технічні умови ДП «УкрНДНЦ», [Чинний від 2012–01–01]. Київ, 2012. 15 с. (інформація та документація).
59. ДСТУ 908:2006 Кислота лимонна моногідрат харчова. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ», [Чинний від 2007-01-01]. Київ, 2006. 22 с. (інформація та документація).
60. Сердюк М. Є., Прісс О.П., Гапріндашвілі Н.А., Здоровцева Л.М., Сухаренко О.І., Іванова І.Є. Дослідницький практикум. Частина 1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 370 с.
61. Сучасні технології кондитерського виробництва: підручник. / [Гайдук О. В., Герлянд Т. М., Дрозіч І. А., Кулалаєва Н. В., Романова Г. М.]. К.: ІІТО НАПН України, 2020. 440 с.
62. Конституція України. К.: Видавництво "Право", 1996. 55.
63. Закон України "Про охорону праці". К.: Норматив. 1994. 65 с.

64. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування». Документ, 1105 – XIV, чинний, поточна редакція від 08.05.2025. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text>
65. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» №1417 від 31.12.2014. Документ z0252-15, чинний, поточна редакція від 14.08.2024. URL.: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>
66. Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів. Чинний від 18.01.2025.
67. Войналович О.В., Марчиниша Є.І., Мотрич М.М. Охорона праці в галузі: навчальний посібник для студентів спеціальності 181 – Харчові технології. К.: Центр навчальної літератури. 2020. 380 с.